



SKRIPSI

**PEMBUATAN CANGKANG KAPSUL HALAL
BERBAHAN DASAR UMBI PORANG
(*Amorphophallus oncophillus*)**

AZA AYU ROSMALASARI

NRP. 01211340000087

Pembimbing I

Dr.rer.nat. Fredy Kurniawan, M.Si.

Pembimbing II

Drs. R. Djarot Sugiarto, K.S., M.S.

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS ILMU ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SCRIPT

**FABRICATION OF HALAL HARD CAPSULE
BASED ON PORANG TUBE (*Amorphophallus
oncophillus*)**

AZA AYU ROSMALASARI

NRP. 01211340000087

Advisor Lecturer I

Dr.rer.nat. Fredy Kurniawan, M.Si.

Advisor Lecturer II

Drs. R. Djarot Sugiarto, K.S., M.S.

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

FACULTY OF SCIENCES

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018

**PEMBUATAN CANGKANG KAPSUL HALAL
BERBAHAN DASAR UMBI PORANG
(*Amorphophallus oncophillus*)**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi S-1
Departemen Kimia
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun Oleh:

AZA AYU ROSMALASARI
NRP 0121134000087

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS ILMU ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN CANGKANG KAPSUL HALAL
BERBAHAN DASAR UMBI PORANG (*Amorphophallus
oncophyllus*)

SKRIPSI

Disusun oleh :

AZA AYU ROSMALASARI
NRP 01211340000087

Surabaya, 24 Januari 2018

Dosen Pembimbing I



Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si.
NIP. 19740428 199802 1 001

Dosen Pembimbing II



Drs. R. Djarot Sugiarto, K.S., M.S.
NIP. 19650419 198803 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen Kimia

Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S. Si., M. Sc.
NIP. 19740616 199703 1 002

PEMBUATAN CANGKANG KAPSUL HALAL BERBAHAN DASAR UMBI PORANG (*Amorphophallus oncophillus*)

Nama : Aza Ayu Rosmalasari
NRP : 01211340000087
Departemen : Kimia ITS
Pembimbing : I. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si.
II. Drs. R. Djarot Sugiarso, K.S., M.S.

Abstrak

Pembuatan cangkang kapsul halal berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) telah berhasil dilakukan. Glukomanan diekstrak dari umbi porang (*A. oncophillus*) menggunakan pelarut etanol 50%. Glukomanan hasil ekstraksi berupa tepung. Tepung glukomanan sebanyak 4% (b/v) dilarutkan dalam air untuk membentuk gel. Gel glukomanan dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) dilakukan uji viskositas berdasarkan ASTM D-1200-94. Selanjutnya, gel glukomanan dengan dan tanpa ekstrak daun pepaya (*C. papaya* L.) dicetak menjadi cangkang kapsul menggunakan *dipping pen*. Cangkang kapsul yang terbentuk dievaluasi sesuai standar Farmakope Indonesia dan Kapsulindo Nusantara. Spesifikasi fisik menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun pepaya memberikan hasil cangkang kapsul yang lebih tebal dan sesuai dengan standar cangkang kapsul komersial ukuran 00. Pengujian keseragaman bobot kapsul menunjukkan persen penyimpangan tidak lebih dari yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia edisi III. Hasil uji ketahanan cangkang kapsul dalam air dan *drug release* (uji kelarutan) sesuai standar Kapsulindo Nusantara dan Farmakope Indonesia. Keuntungan dari cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A.*

oncophillus) ini adalah mudah larut, efektif sebagai pembawa obat, dan halal.

Kata Kunci : Cangkang kapsul halal, Glukomanan, Obat, Umbi porang.

HALAL HARD CAPSULE FABRICATION BASED ON PORANG TUBE (*Amorphophallus oncophillus*)

Name : Aza Ayu Rosmalasari
NRP : 01211340000087
Departement : Chemistry ITS
**Advisor Lecture : I. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si.
II. Drs. R. Djarot Sugiarto, K.S., M.S.**

Abstract

Halal hard capsule was successfully made from porang tube (*Amorphophallus oncophillus*). The glucomannan was extracted from porang tube (*A. oncophillus*) using 50% ethanol solvent. The extraction gave glucomannan flour. A 4% (w/v) of glucomannan flour was dissolved using demineralized water to glucomannan gel formation. Viscosity of glucomannan gel with and without papaya (*Carica papaya* L.) leaf extract was measured based on ASTM D-1200-94. Furthermore, glucomannan gel with and without papaya (*C. papaya* L.) leaf extract was formed into hard capsule using dipping pen. Hard capsule was evaluated based on Farmakope Indonesia and Kapsulindo Nusantara. The physical specification test shows that the addition papaya (*C. papaya* L.) leaf extract gave thicker hard capsule and suitable with commercial hard capsule (size 00). Weight uniformity test of hard capsule shows that deviation procentage compatible by Farmakope Indonesia 3rd Edition. Resistance of hard capsule in water and drug release test (solubility test) are suitable with Kapsulindo Nusantara and Farmakope Indonesia. The advantages of hard capsule from porang tube (*A. oncophillus*) are rapid drug released possible, flexibility formulated, and halal.

Keywords : *Drug, Glucomannan, Halal hard capsule, Porang tube*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga naskah skripsi yang berjudul **“Pembuatan Cangkang Kapsul Halal Berbahan Dasar Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)”** dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih terutama disampaikan kepada :

1. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan naskah skripsi ini.
2. Drs. R. Djarot Sugiarto, K.S., M.S. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan naskah skripsi ini.
3. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc, selaku Ketua Departemen Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Dra. Ita Ulfin, M.Si., selaku Kepala Laboratorium Instrumen dan Sains Analitik yang telah memberikan izin selama melakukan penelitian.
5. Nurul Widiastuti, M.Si, Ph.D., selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan motivasi.
6. Keluarga saya, ayah, ibu, kakak, dan adik yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa untuk saya.
7. Sahabat saya (Tyas dan Wiwik), teman seperjuangan TA yang telah memberikan motivasi.
8. Teman – teman saya di Pusat Kajian Halal ITS, mbak Tika, mbak Evi, Silmi, Bahrul, mas Adam, mas Arif, dan lainnya.

Semoga skripsi ini memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca dalam upaya menambah wawasan tentang ilmu kimia.

Surabaya, 24 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
Abstrak.....	v
Abstract.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umbi Porang.....	7
2.2 Glukomanan.....	12
2.3 Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	14
2.4 Spektrofotometri Inframerah.....	17
2.5 Kapsul.....	18
2.5.1 Kapsul Cangkang Keras (<i>Hard Capsules</i>).....	19
2.5.2 Kapsul Cangkang Lunak (<i>Soft Capsules</i>).....	21
2.6 Evaluasi Cangkang Kapsul.....	22
2.6.1 Uji Keseragaman Bobot dan Kandungan.....	22

2.6.2 <i>Drug Release</i> (Uji Kelarutan).....	23
2.6.3 Uji Waktu Hancur.....	23
2.6.4 Uji Disolusi.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Alat dan Bahan.....	25
3.1.1 Alat.....	25
3.1.2 Bahan.....	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	25
3.2.1 Pembuatan Tepung Porang.....	25
3.2.2 Pembuatan Tepung Glukomanan.....	26
3.2.3 Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya.....	26
3.2.4 Pembuatan Gel Glukomanan.....	26
3.2.5 Pembuatan Cangkang Kapsul.....	26
3.2.6 Evaluasi Sediaan kapsul.....	27
3.2.6.1 Pengujian Pengamatan Spesifik Fisik.....	27
3.2.6.2 Uji Keseragaman Bobot.....	27
3.2.6.3 Uji Kelarutan.....	28
3.2.6.3.1 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Air.....	28
3.2.6.3.2 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Larutan Asam (<i>Drug Release</i>).....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pembuatan Tepung Porang.....	29
4.2 Pembuatan Tepung Glukomanan.....	31
4.3 Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya.....	33
4.4 Pembuatan Gel Glukomanan.....	34
4.5 Pembuatan Cangkang Kapsul Dengan dan Tanpa Penambahan	

Ekstrak Daun Pepaya.....	42
4.6 Evaluasi Sediaan Kapsul.....	45
4.6.1 Pengamatan Spesifik Fisik.....	45
4.6.2 Uji Keseragaman Bobot.....	47
4.6.3 Uji Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air.....	49
4.6.4 Uji Kelarutan (<i>Drug Release</i>).....	51
BAB V KESIMPULAN.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN A.....	71
SKEMA KERJA.....	71
1. Pembuatan Tepung Porang.....	71
2. Pembuatan Tepung Glukomanan.....	71
3. Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya.....	72
4. Uji Viskositas Gel.....	73
5. Pembuatan Cangkang Kapsul Berbahan Dasar Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>).....	73
6. Pembuatan Cangkang Kapsul Berbahan Dasar Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya.....	74
7. Uji Pengamatan Fisik.....	75
8. Uji Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul.....	75
9. Uji Keseragaman Bobot Kapsul.....	76
10. Uji Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air.....	76
11. Uji Kelarutan (<i>Drug Release</i>).....	77
LAMPIRAN B	78

PERHITUNGAN.....	78
1. Rendemen Tepung Glukomanan.....	78
2. Nilai Viskositas Larutan Gel.....	78
3. Uji Keseragaman Bobot Kapsul.....	79
LAMPIRAN C.....	80
DATA HASIL PENELITIAN.....	80
1. Viskositas Larutan.....	80
2. Uji Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul.....	81
3. Uji Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air.....	85
4. Uji Kelarutan Cangkang Kapsul.....	86
LAMPIRAN D.....	87
PERHITUNGAN STANDART DEVIASI.....	87
BIODATA PENULIS.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>).....	7
Gambar 2. 2. Struktur Molekul Glukomanan.....	12
Gambar 2. 3. Skema Drug Release Sebuah Obat dalam Kapsul..	23
Gambar 4. 1. <i>Chips</i> Porang yang Terbentuk Setelah Proses Pengeringan dalam Oven.....	30
Gambar 4. 2. (A) <i>Chips</i> Porang Setelah Digiling (B) Tepung Porang setelah Diblender.....	31
Gambar 4. 3. Tepung glukomanan setelah proses ekstraksi	32
Gambar 4. 4. Hasil Analisis Tepung Glukomanan Menggunakan Spektrofotometri Inframerah	33
Gambar 4. 5. Gel Glukomanan yang Terbentuk setelah Pengadukan selama 2 Jam	35
Gambar 4.6. Gel dari Tepung Glukomanan pada Konsentrasi 5% Berbentuk Gel Padat.....	38
Gambar 4. 7. Penguraian Struktur Glukomanan Menjadi Unit- Unit yang Lebih Kecil	39
Gambar 4. 8. Campuran Gel dari Tepung Glukomanan dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya	43
Gambar 4.9. Alat Cetak Cangkang Kapsul (<i>Dipping Pen</i>).....	44
Gambar 4.10. (A) Cangkang Kapsul dari Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>) Mempunyai Permukaan Transparan. (B) Cangkang Kapsul dari Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya Berwarna Hijau dengan Permukaan Lebih Tebal dan Halus	44
Gambar 4.11. (A) Uji Kelarutan (<i>Drug Release</i>) (B) Cangkang Kapsul yang Larut Mengeluarkan Isi Didalamnya	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kimia dan Fisik Umbi Segar dan Tepung Porang.....	11
Tabel 2. 2. Komposisi Kimia dan Fisik Tepung Porang.....	11
Tabel 2. 3. Standar Mutu Tepung Glukomanan.....	14
Tabel 2. 4. Analisis Komposisi dalam 100 gram Daun Pepaya...	16
Tabel 2. 5. Variasi Kapasitas Ukuran Kapsul.....	19
Tabel 2. 6. Spesifikasi Berat Kapsul Cangkang Keras.....	20
Tabel 2. 7. Penetapan Keseragaman Bobot Kapsul.....	23
Tabel 4. 1. Viskositas Masing-masing Varian Konsentrasi Tepung Porang, Tepung Glukomanan, dan gelatin.....	36
Tabel 4.2. Nilai Viskositas Masing-masing Variasi Campuran Gel dari Tepung Glukomanan dengan Ekstrak Daun Pepaya.....	40
Tabel 4. 3. Pengujian Parameter Spesifik Fisik Cangkang Kapsul.....	46
Tabel 4. 4. Bobot Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) dan Campuran Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) dengan Ekstrak Daun Pepaya.....	48
Tabel 4. 5. Hasil Pengujian Keseragaman Bobot Kapsul.....	49
Tabel 4. 6. Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Air	50
Tabel 4. 7. Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Larutan Asam.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel C 1. Data Viskositas Gelatin	80
Tabel C 2. Data Viskositas Gel dari Tepung Porang	80
Tabel C 3. Data viskositas gel dari tepung glukomanan	80
Tabel C 4. Data Viskositas Gel dari Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya pada Variasi Suhu.....	81
Tabel C 5. Data Viskositas Gel dari Tepung Glukomanan dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya pada Variasi Waktu.....	81
Tabel C 6. Data keseragaman bobot cangkang kapsul	82
Tabel C 7. Data keseragaman bobot kapsul Porang	82
Tabel C 8. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 30°C	82
Tabel C 9. Data keseragaman bobot kapsul kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 40°C	83
Tabel C 10. Data keseragaman bobot kapsul kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 40°C.....	83
Tabel C 11. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 10 menit	83
Tabel C 12. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 20 menit	84
Tabel C 13. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 30 menit	84
Tabel C 14. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 40 menit	84

Tabel C 15. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 50 menit.....	85
Tabel C 16. Data Waktu Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air.....	85
Tabel C 17. Data Waktu Kelarutan Cangkang Kapsul	86
Tabel D 1. Standart Deviasi Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul.....	87
Tabel D 2. Standart Deviasi Keseragaman Bobot Kapsul	89
Tabel D 3. Standart Deviasi Nilai Viskositas Gel.....	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obat adalah suatu bahan atau paduan dari bahan-bahan yang digunakan untuk mempengaruhi atau menyelidiki secara fisiologi atau keadaan patologi dalam rangka menetapkan diagnosis, mencegah, mengurangi, menghilangkan, menyembuhkan penyakit atau gejala penyakit, luka atau kelainan badaniah dan rohaniah pada manusia atau hewan dan untuk memperelok atau memperindah badan atau bagian badan manusia (Peraturan Menteri Kesehatan, 1993). Suatu obat harus dapat mencapai tempat yang diinginkan setelah masuk ke dalam tubuh dengan jalur yang terbaik. Obat dapat langsung diberikan pada tempatnya bekerja atau obat dapat diberikan melalui jalur intravena maupun oral (Katzung, 2007). Jalur intravena adalah pemberian obat melalui suntikan ke pembuluh darah (injeksi) sedangkan jalur oral adalah pemberian obat dengan cara dimasukkan langsung melalui mulut, kemudian obat akan diserap tubuh di saluran cerna seperti lambung atau usus halus. Ragam obat yang beredar di Indonesia dengan segala fungsinya dapat diperoleh dalam berbagai bentuk sediaan obat. Bentuk sediaan obat dapat berupa padat (pulvis, tablet, kapsul, suppositoria, kaplet, *lozenge*), semi padat (salep, krim, pasta, jeli), cair (larutan, sirup, eliksir, *guttae*, injeksi, enema, gargarisma, *douche*, *suspense*, emulsi, infusa), dan gas (aerosol, gas) (Batubara, 2008).

Bentuk sediaan obat padat yang banyak digemari adalah kapsul, karena kapsul dapat menutupi bau dan rasa tidak enak dari obat yang dikonsumsi. Kapsul merupakan sediaan farmasi yang diberikan secara oral dan banyak digunakan karena praktis, mudah ditelan, bentuk dan warna cangkang yang menarik, tidak berasa dan mudah terlarut dalam tubuh. Kapsul mengandung satu atau lebih bahan aktif obat, baik berupa cairan, serbuk, maupun granul, yang dimasukkan ke dalam cangkang lunak maupun keras (Ansel, 1989). Komponen utama cangkang kapsul adalah gelatin. Gelatin merupakan protein yang dihasilkan dari proses hidrolisis

parsial jaringan kolagen yang dapat diekstraksi dari kulit, jaringan konektif, dan tulang hewan babi, sapi, atau ikan (United States Pharmacopeial Convention, 2011). Cangkang kapsul keras dibuat dari campuran gelatin, gula dan air sedangkan cangkang kapsul lunak dibentuk dengan penambahan *plasticizer* seperti gliserin, sorbitol, atau polihidris alkohol lain (Anief, 1986). Gelatin dari campuran tulang dan kulit babi mampu menghasilkan kapsul kualitas terbaik dibanding formula lain. Gelatin babi menghasilkan cangkang kapsul kualitas tinggi dengan lapisan film kencang, jernih, dan tidak mudah rapuh (Bhatt dan Agrawal, 2007). Data dari *Gelatin Manufacturers of Europe* tahun 2005 menunjukkan bahwa produksi gelatin dunia terbesar berasal dari bahan baku kulit babi yakni sebesar 44,5% (136.000 ton), kedua dari kulit sapi 27,6% (84.000 ton), ketiga dari tulang ikan 26,6% (81.000 ton) (Harianto, dkk., 2008). Data tersebut menunjukkan sebagian besar gelatin berasal dari babi. Keberadaan cangkang kapsul berbahan dasar gelatin babi memberikan kekhawatiran bagi konsumen khususnya konsumen Muslim. Perlu upaya pengembangan bahan alternatif lain yang memiliki sifat menyerupai gelatin dan halal. Sehingga tumbuhan sebagai bahan nabati yang halal menjadi pilihan bagi konsumen Muslim.

Para peneliti mulai mempelajari potensi tumbuhan sebagai bahan alternatif pengganti gelatin, seperti hidroksipropil metilselulosa (HPMC) dan bahan nabati lain seperti pati (Li, dkk., 2005). Polimer pati adalah sumber tanaman paling melimpah di alam, dan juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul. Polimer pati mempunyai kelebihan seperti biaya bahan yang relatif murah dan pembentuk film yang baik. Tetapi, pati tidak dapat membentuk gel dengan sendirinya sehingga pembuatan kapsul pati biasanya dicampurkan dengan sejumlah besar zat pelunak dan zat pembentuk gel (Zhang, dkk., 2013). Dalam beberapa hal, cangkang kapsul berbahan dasar HPMC dan pati memiliki mutu dan kualitas yang lebih rendah dibandingkan cangkang kapsul berbahan dasar gelatin. Jadi, hingga saat ini, peneliti masih mencari bahan nabati lainnya yang berpotensi

sebagai bahan utama pembuatan cangkang kapsul halal (Chen, dkk., 2016).

Bahan nabati lainnya yang menjadi banyak perhatian peneliti untuk dijadikan sebagai media pengirim obat (*drug delivery*) adalah glukomanan (Alvarez-Mancenido, dkk., 2006). Kemampuan glukomanan dalam mengikat air dan membentuk gel memiliki kemiripan dengan gelatin sehingga dianggap paling berpotensi menjadi bahan alternatif pembuatan cangkang kapsul menggantikan gelatin (Sudhanshu dan Ramesh, 2016). Penelitian terkait perkembangan glukomanan saat ini adalah glukomanan telah digunakan untuk membuat mikrosfer sensitif pH (Du, dkk., 2006) dan cahaya responsif (Chen, dkk., 2014) untuk mengontrol pelepasan obat. Karena glukomanan dapat dicerna dan difermentasi oleh koloni bakteri, dan dikembangkan menjadi pembawa kolon spesifik (Chen, dkk., 2005) yang memungkinkan pelepasan obat secara berkelanjutan. Glukomanan dalam bentuk gel yang dicampurkan dengan hidrokoloid lain seperti karagenan dan xantan dapat digunakan sebagai pelapis dan pengemas makanan (O'Mahoney, dkk., 2014). Aplikasi glukomanan lainnya juga digunakan sebagai membran enkapsulasi yang dapat menyimpan cairan dan tahan pada suhu sekitar -20°C hingga 90°C (Yang, dkk., 2009).

Di Indonesia, salah satu tanaman dengan sumber glukomanan yang melimpah adalah tanaman Porang (*Amorphophallus oncophilus*). Porang (*A. oncophilus*) banyak tumbuh di negara tropis seperti Indonesia dan telah lama digunakan sebagai sumber makanan dan sebagai sumber obat tradisional oleh Negara China dan Jepang. Tanaman ini berbentuk umbi dan mempunyai potensi nilai ekonomi yang tinggi (Kusmiyati, 2010). Pada tahun 1985-1995, ekspor porang (*A. oncophilus*) terus mengalami peningkatan volume dan nilai ekspor dengan rata-rata 58,59 dan 34,78% pertahun (Harianto, dkk., 2008). Mulai tahun 2007, permintaan pasar luar negeri terhadap porang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Tetapi pengolahan porang (*A. oncophilus*) di Indonesia masih sangat

jarang (Saleh, dkk., 2015). Umbi porang (*A. oncophilus*) memiliki prospek besar sebagai bahan baku tepung glukomanan. Glukomanan dari *A. oncophilus* merupakan polisakarida yang dianggap sebagai serat makanan larut air yang rendah kalori. Struktur polimernya mengandung (1→4)- β -D-glukopiranosida dan β -D-mannopiranosida, memiliki glukosa dan manosa pada rasio molar 1:1,6 dengan gugus asetil pada posisi C-6 (Chen, dkk., 2014). Gugus asetil ini berperan dalam sifat kelarutan dan penggumpalan, dan membantu menjadikannya sebagai larutan serat yang viskositas dan kapasitas penahan airnya tertinggi di alam (Ozu, dkk., 1993). Potensi umbi porang sebagai sumber glukomanan menjadi dasar dari penelitian ini, untuk mengembangkan pembuatan cangkang kapsul halal dari bahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat cangkang kapsul halal berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) menggantikan cangkang kapsul berbahan dasar gelatin yang umumnya dibuat dari tulang dan kulit babi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah pembuatan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*). Pengaruh ekstrak daun pepaya pada pembuatan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat cangkang kapsul halal berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan solusi untuk umat muslim terkait isu cangkang kapsul berbahan gelatin babi.
2. Memberikan informasi mengenai potensi bahan nabati yang halal sebagai pengganti gelatin.

Memberikan informasi mengenai cara pembuatan dan evaluasi mutu cangkang kapsul sesuai dengan standar Farmakope Indonesia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umbi Porang

Tanaman porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan tanaman jenis talas-talasan yang tumbuh liar hampir di seluruh hutan Indonesia. Menurut Kurniawan, dkk. (2011), sentra produksi utama iles-iles adalah di Pulau Jawa, terutama Jawa Timur. Salah satu sentra pengembangan budidaya iles-iles adalah Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Sara dan lokasi tepatnya ada di Desa Klangon, Kabupaten Madiun. Pada tahun 2005, produksi umbi porang (iles-iles) di Desa Klangon dapat mencapai 5,535 ton (Kurniawan, Mulyono, dkk., 2011). Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Madiun, produksi umbi iles-iles di Kabupaten Madiun semakin meningkat setiap tahun, yaitu 7,314.29 ton pada tahun 2007, 7,56334 ton pada tahun 2008, dan 8,8032 ton pada tahun 2009. Tanaman porang menghasilkan umbi yang termasuk dalam umbi batang dan disebut dengan umbi porang. Umbi porang ini sudah dikenal sejak zaman pendudukan Jepang untuk diolah menjadi sejenis makanan tradisional Jepang seperti mie (shirataki) dan tahu (konyaku). Tetapi setelah pendudukan Jepang di Indonesia berakhir, tanaman ini menjadi langka dan tidak populer lagi bagi petani Indonesia (Hartanto, 1994).



Gambar 2. 1. Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)

Secara taksonomi, tanaman porang memiliki klasifikasi botani sebagai berikut:

Divisio : Anthophyta
Phylum : Angiospermae
Klas : Monocotyledoneae
Famili : Araceae
Genus : *Amorphophallus*
Spesies : *Amorphophallus oncophyllus*

(Steenis, 2002)

Deskripsi tanaman porang (*A. oncophyllus*) menurut (Sumarwoto, 2004) dan (Perhutani, 2013) antara lain:

a. Batang

Batang tumbuh tegak, lunak, halus berwarna hijau atau hitam dengan belang-belang putih tumbuh di atas ubi yang berada di dalam tanah. Batang tersebut sebenarnya merupakan batang tunggal dan semu dengan diameter 5-50 mm tergantung usia/periode tumbuh tanaman, memecah menjadi tiga batang sekunder dan selanjutnya akan memecah lagi menjadi tangkai daun. Tangkai berukuran 40-180 cm x 1-5 cm, halus, berwarna hijau hingga hijau kecoklatan dengan sejumlah belang putih kehijauan (hijau pucat). Ketika memasuki musim kemarau, batang porang mulai layu dan rebah ke tanah sebagai gejala awal dormansi, kemudian pada saat musim hujan akan tumbuh kembali. Tergantung pada tingkat kesuburan lahan dan iklimnya, tinggi tanaman porang dapat mencapai 1,5 m.

b. Daun

Daun porang dapat dikategorikan sebagai daun majemuk dan terbagi menjadi beberapa helaian daun (menjari), berwarna hijau muda sampai hijau tua. Anak helaian berbentuk ellip dengan ujung runcing, permukaan daun halus bergelombang. Warna tepi daun bervariasi mulai ungu muda (pada daun muda), hijau (pada daun umur sedang), dan kuning (pada daun tua). Pada pertumbuhan yang normal, setiap batang tanaman terdapat 4 daun

majemuk dan setiap daun majemuk terdapat sekitar 10 helai daun. Lebar kanopi daun dapat mencapai 25-150 cm, tergantung umur tanaman.

c. Bulbil/katak

Pada setiap pertemuan antara batang sekunder dan ketiak daun akan tumbuh bintil berbentuk bulat simetris, dengan diameter berkisar 10-45 mm yang disebut bulbil/katak yaitu umbi generatif yang dapat digunakan sebagai bibit. Besar kecilnya bulbil bergantung pada umur tanaman. Bagian luar bulbil berwarna kuning kecoklatan sedangkan pada bagian dalamnya berwarna kuning hingga kuning kecoklatan. Adanya bulbil/katak tersebut membedakan tanaman porang dengan jenis *amorphophallus* lainnya. Jumlah bulbil bergantung pada ruas percabangan daun, biasanya berkisar antara 4-15 bulbil perpohon.

d. Umbi

Umbi porang merupakan umbi tunggal karena pada setiap satu pohon porang hanya menghasilkan satu umbi. Diameter umbi porang dapat mencapai 28 cm dengan berat sekitar 3 kg, permukaan luar umbi berwarna coklat tua dan bagian dalam berwarna kuning-kuning kecoklatan. Berbentuk bulat agak lonjong, berserabut akar. Bobot umbi beragam yaitu antara 50-200 g pada satu periode tumbuh, 250-1.350 g pada dua periode tumbuh, dan 450-3.350 g pada tiga periode tumbuh. Berdasarkan pengamatan dari perhutani (2013), apabila umbi yang ditanam berbobot 200 sampai dengan 250 g, maka hasil umbi dapat mencapai 2-3 kg/pohon per musim tanam. Sementara bila digunakan bibit dari bulbil/katak maka hasil umbi berkisar antara 100-200 g/pohon.

e. Bunga

Bunga pada tanaman porang akan tumbuh ketika musim hujan. Tumbuh dari umbi yang tidak mengalami tumbuh daun (*flush*). Bunga tersusun atas seludang bunga, putik, dan benang sari. Seludang bunga berbentuk agak bulat, agak tegak, dengan

tinggi sekitar 20-28 cm, pada bagian bawah berwarna hijau keunguan dengan bercak putih. Putik berwarna merah hati (maron). Benang sari terletak diatas putik, terdiri atas benang sari fertile (di bawah) dan benang sari steril (di atas). Tangkai bunga panjangnya 25-45 cm, dengan garis tengah berkisar 16-28 mm, berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan bercak putih kehijauan, dan permukaan yang halus dan licin. Bentuk bunga seperti ujung tombak tumpul, dengan garis tengah 4-7 cm, dan tinggi 10-20 cm.

f. Buah/Biji

Termasuk buah berdaging majemuk, berwarna hijau muda pada waktu muda, berubah menjadi kuning kehijauan pada waktu mulai tua dan orange-merah pada saat tua (masak). Bentuk tandan buah lonjong meruncing ke pangkal, dengan tinggi mencapai 10-22 cm. setiap tandan mempunyai buah berkisar 100-450 biji (rata-rata 300 biji), berbentuk oval. Setiap buahnya mengandung 2 biji. Umur mulai pembungaan (saat keluar bunga) sampai biji masak mencapai 8-9 bulan. Biji mengalami dormansi selama 1-2 bulan.

g. Akar

Tanaman hanya mempunyai akar primer yang tumbuh dari bagian pangkal batang dan sebagian tumbuh menyelimuti umbi. Pada umumnya sebelum bibit tumbuh daun, didahului dengan pertumbuhan akar yang cepat dalam waktu 7-14 hari kemudian tumbuh tunas yang baru. Jadi tanaman porang tidak mempunyai akar tunggang.

Umbi porang tidak dapat dikonsumsi secara langsung karena memiliki kandungan kristal kalsium oksalat berkisar 0,15% – 0,23% yang dapat menyebabkan rasa gatal. Kristal kalsium oksalat ini merupakan produk buangan dari metabolisme sel yang tidak digunakan lagi oleh tanaman dan terdapat di dalam dan di luar sel manan. Oleh karena itu, para petani umbi porang sering menjadikannya *chips* kering untuk memasok industri tepung porang atau tepung glukomanan (Arifin, 2001).

Porang dimanfaatkan sebagai bahan pembuat *konyaku* (sejenis tahu) dan *shirataki* (sejenis mie) untuk masakan Jepang atau juga dapat digunakan sebagai pengganti agar-agar dan gelatin (Sumarwoto, 2004). Komposisi kimia dan fisik umbi segar dan tepung porang menurut Arifin (2001) tersaji dalam Tabel 2.1 dan komposisi kimia dan fisik tepung porang menurut Kusumawardhani (2007) tersaji dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 1. Komposisi Kimia dan Fisik Umbi Segar dan Tepung Porang

Komposisi Kimia	Analisis Kandungan per 100 g contoh (bobot basah)	
	Umbi segar (%)	Tepung (%)
Glukomanan	3,58	6,8
Kalsium Oksalat	83,3	64,98
Pati	7,65	10,24
Protein	0,92	3,42
Lemak	0,02	-
Serat Berat	2,5	5,9
Kalsium Oksalat	0,19	-
Abu	1,22	7,88
Logam Berat (Cu)	0,09	0,13

(Arifin, 2001)

Tabel 2. 2. Komposisi Kimia dan Fisik Tepung Porang

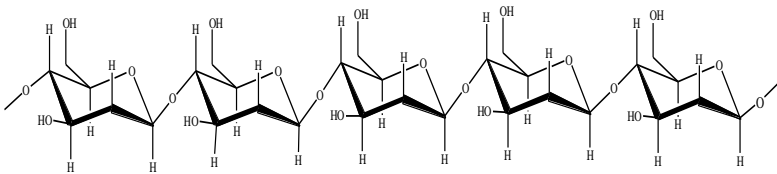
Komposisi Kimia dan Fisik	Tepung Porang per 100 g
Air	9,40
Abu	5,52
Pati	21,83
Protein	4,58
Lemak	0,074
Kalsium Oksalat	5,65
Glukomanan	37,27
Derajat Warna Putih	48,55

(Kusumawardhani, 2007)

Berdasarkan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 menunjukkan bahwa komponen yang paling dominan dalam tepung porang adalah glukomanan (Johnson, 2005).

2.2 Glukomanan

Merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa yang terdiri dari ikatan rantai galaktosa dan manosa. Glukomannan mempunyai bentuk ikatan β -1,4 glikosidik yang terdiri dari D-glukosa dan D-manosa.



Gambar 2. 2. Struktur Molekul Glukomanan

(Sudhanshu and Ramesh, 2016)

Senyawa glukomanan mempunyai sifat khas sebagai berikut:

1. Larut dalam air

Berbeda dengan pati dan selulosa, glukomanan dapat larut dalam air dingin dan membentuk larutan yang sangat kental. Tetapi, bila larutan kental tersebut dipanaskan sampai menjadi gel, maka glukomanan tidak dapat larut kembali di dalam air.

2. Membentuk gel

Karena glukomanan dapat membentuk larutan yang sangat kental di dalam air. Dengan penambahan air kapur zat glukomannan dapat membentuk gel, di mana gel yang terbentuk mempunyai sifat khas dan tidak mudah rusak.

3. Merekat

Glukomanan mempunyai sifat merekat yang kuat di dalam air. Namun, dengan penambahan asam asetat sifat merekat tersebut akan hilang.

4. Mengembang

Glukomanan mempunyai sifat mengembang yang besar di dalam air dan daya mengembangnya mencapai 138 – 200%, sedangkan pati hanya 25%.

5. Transparan (membentuk film)

Larutan glukomanan dapat membentuk lapisan tipis film yang mempunyai sifat transparan dan film yang terbentuk dapat larut dalam air, asam lambung dan cairan usus. Tetapi jika film dari glukomannan dibuat dengan penambahan NaOH atau gliserin maka akan menghasilkan film yang kedap air.

6. Mencair

Glukomanan mempunyai sifat mencair seperti agar sehingga dapat digunakan dalam media pertumbuhan mikroba.

7. Mengendap

Larutan glukomanan dapat diendapkan dengan cara rekristalisasi oleh etanol dan kristal yang terbentuk dapat dilarutkan kembali dengan asam klorida encer. Bentuk kristal yang terjadi sama dengan bentuk kristal glukomanan di dalam umbi, tetapi bila glukomanan dicampur dengan larutan alkali (khususnya Na, K dan Ca) maka akan segera terbentuk kristal baru dan membentuk massa gel. Kristal baru tersebut tidak dapat larut dalam air walaupun suhu air mencapai 100°C ataupun dengan larutan asam pengencer. Dengan timbal asetat, larutan glukomanan akan membentuk endapan putih stabil.

(Takigami, 2000)

Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar glukomanan antara lain:

- a. Perlakuan pendahuluan (bentuk pengirisan)
- b. Umur panen
- c. Bagian-bagian yang digiling

- d. Alat yang digunakan
- e. Kecepatan putaran alat penggiling dan ulangan waktu penggilingan

Mutu glukomanan sangat dipengaruhi oleh warna tepung glukomanan yang dihasilkan dari proses ekstraksi tepung porang. Derajat putih tepung glukomanan dipengaruhi oleh kandungan pati, kalsium oksalat, dan suhu selama proses ekstraksi tepung porang. Standar mutu tepung glukomanan yang telah dikeluarkan oleh Asosiasi Konyaku Jepang (1976) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3. Standar Mutu Tepung Glukomanan

Karakteristik	Mutu		
	Utama	I	II
Bobot Perkarung (kg)	20	20	20
Kadar Air (%)	<12	<14	<18
Derajat Tumbuk	Sangat Halus	Halus	Agak Halus
Warna	Putih Mengkilap	Putih	Agak Putih
Bahan Tambahan	Negatif	Negatif	Negatif
Jumlah Kandungan SO ₂ (g/kg)	0,6	<0,6	<0,9

(Asosiasi Konyaku Jepang, 1976 diacu dalam Nurjanah, 2010)

2.3 Pepaya (*Carica papaya* L.)

Menurut Kalie (2006) famili Caricaceae memiliki empat genus, yaitu *Carica*, *Jarilla*, *Jacaranta*, dan *Cylicomorpha*. Ketiga genus pertama merupakan tanaman asli Meksiko bagian selatan serta bagian utara dari Amerika Selatan, sedangkan genus keempat merupakan tanaman yang berasal dari Afrika. Genus *Carica* memiliki 24 spesies, salah satu diantaranya adalah *papaya*.

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan, tanaman pepaya diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisio	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Class	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Caricales
Genus	: <i>Carica</i>
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L.

(Steenis, 2002)

Tanaman pepaya merupakan tanaman semak berbentuk pohon dengan batang lurus, dibagian atas bercabang atau terkadang tidak, didalam batang serupa spons dan berongga, dibagian luar batang terdapat tanda bekas tangkai daun yang banyak. Tinggi tanaman berkisar 2,5-10 meter. Daunnya berjejal pada ujung batang dan ujung cabang, tangkai daun bulat telur, bertulang dan jemari, berdaun menjari, dengan ujung runcing dan pangkal berbentuk jantung, garis tengah berkisar 25-75 cm, tajuk menyirip tidak beraturan. Bunga hampir selalu berkelamin satu tetapi terkadang terdapat pula bunga berkelamin dua pada karangan bunga yang jantan. Bunga jantan menyerupai malai dan bertangkai panjang, berkelopak sangat kecil, mahkota berbentuk terompet, putih kekuningan, bagian tepinya bertaju 5 dan terputar dalam kuncup, kepala sari bertangkai pendek. Kebanyakan bunga betina berdiri sendiri, daun mahkota lepas atau hampir lepas, berwarna putih kekuningan, bakal buah beruang satu, 5 kepala putik. Buah pepaya berbentuk bulat telur memanjang atau lonjong, berdaging dan berair, dengan banyak biji yang dibungkus oleh selaput berisi cairan, didalamnya berduri tempel (Steenis, 2002).

Batang, daun, dan buah pepaya mengandung getah berwarna putih. Getah ini mengandung suatu enzim pemecah

protein atau enzim proteolitik yang disebut dengan papain (Moehd, 1996). Papain termasuk enzim hidrolase, yaitu enzim yang mampu mengkatalis reaksi-reaksi hidrolisis suatu substrat (protein) (Lukitasari, 2004). Sebagai enzim proteolitik, papain banyak digunakan dalam industri diantaranya industri makanan, minuman, farmasi, kosmetik, tekstil dan penyamak. Sementara itu getah papain selain mengandung enzim papain juga terdapat kemokapain, lisosim, lipase, glutamin, dan siklotransferas. Terdapat pula alkaloid carpain, psudo carpain, glikosid, karposid, dan saponin (Muhlisah, 2007), serta mengandung sakarosa, dektrosa, levulosa, tocophenol, dan flavonoid (Rahman, 2008). Selain itu buahnya juga mengandung β -karoten, pektin, d-galaktosa, I-arabinosa, papain, papayotimin, dan *vitokinose*. Dalam bijinya terkandung glukosida kasirin dan carpain.

Didalam daun pepaya terdapat senyawa sitokinin, alkaloid carpain, papain, flavonoid, saponin, violaksantin, tannin, caricaksantin dan terdapat enzim papain, miosmin, pseudokarpin, kontinin, dan karpain,. Analisis komposisi daun pepaya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4. Analisis komposisi dalam 100 gram daun pepaya

Unsur Komposisi	Daun (100 gram)
Energi (kal)	79
Air (g)	75,4
Protein (g)	8
Lemak (g)	2
Karbohidrat (g)	11,9
Vitamin A (IU)	18,25
Vitamin B (mg)	0,15
Vitamin C (mg)	140
Kalsium (mg)	353
Besi (mg)	0,8
Fosfor (mg)	63

(Direktorat Gizi, Depkes RI (1979) dalam Kalie (2006)).

2.4 Spektrofotometri Inframerah

Spektrofotometri infra merah merupakan salah satu teknik analisis paling penting, alat ini digunakan untuk menentukan struktur suatu senyawa berdasarkan interaksi molekul sampel dengan energy sinar inframerah. Hampir semua jenis sampel dapat dianalisis, seperti larutan, pasta, serbuk, film, serat, gas dan sebagainya. Teknik spektrofotometri inframerah didasarkan pada vibrasi atom dari suatu molekul. Pada saat radiasi IR dilewatkan pada sampel, maka molekul-molekul sampel tersebut akan menyerap energi sehingga terjadi transisi dari vibrasi dasar (*ground state*) ke tingkat vibrasi tereksitasi (*exited state*). Pengabsorpsian energy pada berbagai frekuensi dapat dideteksi oleh spektrofotometri IR yang memplot jumlah radiasi yang diteruskan oleh sampel sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang radiasi. Hasil plot tersebut memberikan informasi penting tentang gugus fungsional suatu molekul.

(Hendayana, dkk, 1994)

Spektra inframerah kebanyakan menyatakan panjang gelombang atau frekuensi versus persen transmitansi (%T). apabila suatu senyawa menyerap radiasi dengan panjang gelombang tertentu, maka intensitas radiasi yang diteruskan oleh sampel akan berkurang, sehingga terjadi penurunan %T dan dalam spektrum terlihat seperti sumur (*dip*) yang disebut sebagai puncak absorpsi (*peak*) atau pita absorpsi (*band*). Bila senyawa tidak menunjukkan serapan pada panjang gelombang tertentu maka terekam sebagai 100%T dan disebut sebagai garis dasar (*baseline*) yang terekam pada bagian atas spektrum.

(Stuart, 2004)

Skala dasar spektra inframerah adalah bilangan gelombang yang berkurang dari 4000 cm^{-1} ke 670 cm^{-1} atau lebih rendah. Daerah yang sering digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional terdapat pada daerah $4000\text{ cm}^{-1} - 1400\text{ cm}^{-1}$. Daerah ini dibagi menjadi 4 bagian yaitu:

- a. Daerah $4000-2500\text{ cm}^{-1}$ sesuai untuk vibrasi ikatan N-H, C-H, dan O-H, serapan pada daerah $3300-3600\text{ cm}^{-1}$. Hampir semua senyawa organik mempunyai C-H, maka hampir semua spectra memberikan serapan kuat pada daerah ini.
- b. Daerah $2500-2000\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah yang diberikan oleh ikatan rangkap 3 seperti nitril dan alkuna.
- c. Daerah $2000-1500\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah serapan ikatan rangkap 2 yang meliputi C=O, C=N, C=C. gugus karbonil memberikan serapan kuat pada daerah $1670-1780\text{ cm}^{-1}$ dan alkena dalam rentang lebar dari $1640-1680\text{ cm}^{-1}$. Serapan C=O sering ditentukan sebagai serapan gugus karbonil dalam molekul. Serapan ester terjadi pada daerah 1735 cm^{-1} , aldehid pada 1725 cm^{-1} dan ikatan keton terbuka terjadi pada 1715 cm^{-1} .
- d. Daerah dibawah 1500 cm^{-1} biasanya disebut dengan daerah finger print (sidik jari). Sejumlah besar serapan yang disebabkan oleh berbagai vibrasi ikatan tunggal seperti C-O, C-C, dan C-N yang terjadi didaerah ini, membentuk pola-pola unik sebagai identitas sidik jari tiap molekul organik.

(McMurry, 1994)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan pengembangan dari spektrofotometri inframerah. FTIR adalah teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. Energi yang diserap oleh sampel pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam, kemudian diteruskan ke interferogram. Perhitungan secara matematika *Fourier Transform* untuk sinyal tersebut akan menghasilkan spektrum yang identik pada spektroskopi inframerah (Griffiths, 1975).

2.5 Kapsul

Kapsul berasal dari bahasa latin “capsula” yang berarti wadah kecil. Dalam ilmu farmasi, kapsul merupakan sediaan obat yang berbentuk padat, didalamnya terdapat bahan obat berbentuk

serbuk, granul, pasta atau cair di dalam cangkang mudah larut. Berdasarkan elastisitas dan komponen pembentuknya, cangkang kapsul dibagi menjadi cangkang kapsul keras dan cangkang kapsul lunak. Cangkang umumnya terbuat dari gelatin yang berasal dari hewan sapi, ikan, dan babi, tetapi dapat pula terbuat dari bahan tumbuhan seperti pati atau bahan-bahan lain yang sesuai (Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995).

Tiap bentuk kapsul memiliki standar kapasitas isi kapsul. Variasi kapasitas kapsul berdasarkan ukuran kapsul terdapat dalam Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2. 5. Variasi Kapasitas Ukuran Kapsul

Ukuran Kapsul	Volume (mL)	Bobot Isi pada Densitas 0,8 g/cm ³ (g)
000	1,37	1,096
00	0,95	0,760
0	0,68	0,544
1	0,50	0,400
2	0,37	0,296
3	0,30	0,240
4	0,21	0,168
5	0,13	0,104

(Ansel, 1989).

2.5.1 Kapsul Cangkang Keras (*Hard Capsules*)

Mengandung komposisi gelatin, air dan gula. Pada cangkang keras, digunakan gelatin yang mempunyai kekuatan gel relative tinggi dibandingkan kapsul gelatin cangkang lunak. Kapsul gelatin keras dibuat dengan cara mencelupkan pin (alat pembentuk kapsul) ke dalam larutan gelatin, kemudian dikeringkan, dirapikan dan dilepaskan dari pin. Selanjutnya pada

bagian induk dan tutup kapsul dilekatkan (Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995).

Kapsul cangkang keras biasanya diisi dengan serbuk, butiran, atau granul, tetapi bahan semi padat atau cairan juga dapat didisikan namun perlu teknik penutupan khusus untuk mencegah terjadi kebocoran kapsul. Pengisian obat dalam kapsul cangkang keras adalah dengan tangan. Cara ini membebaskan penulis resep untuk memilih obat tunggal atau campuran dengan dosis tepat dan paling baik bagi pasien (Ditjen POM, 1995).

Kapsul cangkang keras biasanya diisi dengan serbuk, butiran, atau granul, tetapi bahan semi padat atau cairan juga dapat diisikan namun perlu teknik penutupan khusus untuk mencegah terjadi kebocoran kapsul. Pengisian obat dalam kapsul cangkang keras adalah dengan tangan. Cara ini membebaskan penulis resep untuk memilih obat tunggal atau campuran dengan dosis tepat dan paling baik bagi pasien (Dirjen POM, 1995).

Cangkang kapsul diberi warna untuk membedakan tiap jenis obat serta untuk membuatnya lebih menarik. Penyimpanan cangkang kapsul harus dalam wadah gelas kedap udara, terlindung dari debu, kelembaban dan temperatur yang ekstrim (panas) (Anief, 1995). Spesifikasi dimensi ukuran cangkang kapsul keras terdapat dalam Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2. 6. Spesifikasi Berat Kapsul Cangkang Keras

Ukuran Kapsul	Berat (mg)		
	Minimal	Rata-rata	Maksimal
00	110	120	130
0	87	96	105
1	67	74	81
2	55	61	67
3	46	50	54

(Kapsulindo, 2007)

2.5.2 Kapsul Cangkang Lunak (*Soft Capsules*)

Bahan pembuatan cangkang lunak adalah gelatin, *plasticizer*, dan material lain seperti pewarna. *Plasticizer* berfungsi untuk membuat cangkang kapsul menjadi elastis dan lunak, penggunaannya sekitar 30%. *Plasticizer* yang paling sering digunakan adalah gliserin. Penggunaan *plasticizer* berpengaruh pada kekerasan kapsul (Bhatt dan Agrawal, 2007).

Sementara itu gliserin dalam kapsul dapat mempertahankan elastisitas selama proses pengeringan dan penyimpanan agar kapsul tidak rusak atau rapuh. Gliserin yang berinteraksi dengan gelatin membentuk gel yang stabil, tetapi karena gliserin memberikan efek sedikit higroskopis maka diperlukan tambahan yang memberi efek lembab secara tidak langsung seperti Sorbitol (Reich, 2001).

Spesifikasi yang tepat untuk kapsul cangkang lunak antara lain:

- Kekuatan gel 150-200 Bloom
- Viskositas (60 °C/6-2/3% b/b dalam air) 2,8-4,5 MPa s
- Ukuran partikel yang baik untuk memungkinkan disolusi yang cepat
- Kapsul cangkang lunak digunakan untuk mengisi macam-macam jenis bahan baik itu kering maupun cair. Beberapa cairan yang dapat dimasukkan dalam kapsul cangkang lunak termasuk:
 1. Tidak tersatukan dengan air, cairan yang mudah menguap dan tidak menguap, seperti minyak nabati, hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon alifatik.
 2. Tersatukan dengan air, cairan yang dapat menguap seperti polietilen glikol dan surfaktan nonionic.
 3. Tersatukan dengan air dan kelompok komponen yang tidak menguap seperti propilen glikol dan isopropil alkohol

(Ansel, 1989)

Cangkang kapsul mengandung air dengan kadar 10-15% menurut Farmakope Indonesia edisi IV dan 12-16% menurut Syamsuni (2006). Karena itu untuk mencegah cangkang kapsul menjadi lunak dan melengket atau sukar dibuka karena dapat menyerap air dari udara yang lembab, tetapi bila udara terlalu kering juga dapat menyebabkan cangkang kapsul kehilangan air sehingga rapuh dan mudah pecah, penyimpanan cangkang kapsul harus tepat.

Penyimpanan cangkang kapsul yang baik yaitu:

1. Tidak terlalu lembab atau dingin.
2. Terbuat dari botol-gelas, tertutup rapat (vakum) dan diberi bahan pengering (silika gel).
3. Terbuat dari alumunium-foil dalam blister atau strip.

(Syamsuni, 2006)

2.6 Evaluasi Cangkang Kapsul

Sediaan Kapsul harus melalui serangkaian evaluasi untuk menguji mutu dan kualitasnya. Evaluasi untuk sediaan kapsul sesuai dengan Farmakope Indonesia Edisi IV meliputi:

2.6.1 Uji Keseragaman Bobot dan Kandungan

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian keseragaman bobot sediaan kapsul yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan keseragaman bobot dan kandungan dari Farmakope Indonesia Edisi III, sehingga tiap kapsul dapat memiliki kandungan bahan aktif yang sama. Keseragaman bobot kapsul dapat dilakukan dengan menetapkan perbedaan bobot isi tiap kapsul terhadap bobot rata-rata isi kapsul yang %penyimpangannya tidak boleh melebihi dari yang ditetapkan di kolom A, dan untuk setiap 2 kapsul %penyimpangannya tidak melebihi dari yang ditetapkan di kolom B. Penetapan prosentase penyimpangan dalam keseragaman bobot kapsul dapat dilihat pada Tabel 2.7.

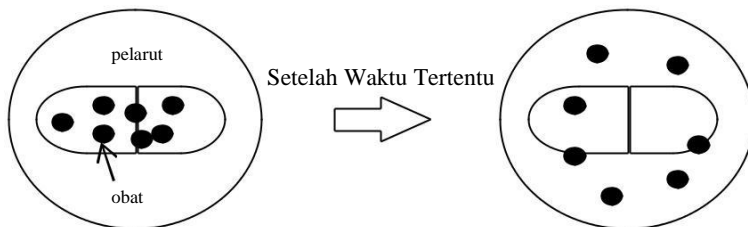
Tabel 2. 7. Penetapan Keseragaman Bobot Kapsul

Bobot Rata-rata Isi Kapsul	Perbedaan Bobot Isi Kapsul	
	A	B
<120 mg	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
Lebih dari 120 mg	$\pm 7,5\%$	$\pm 15\%$

(Dirjen POM, Farmakope Indonesia, 1979)

2.6.2 Drug Release (Uji Kelarutan)

Drug Release merujuk pada proses dimana zat terlarut sebuah obat bermigrasi dari posisi awal (berada didalam sistem cangkang kapsul), menuju bagian luar permukaan cangkang kapsul (cangkang kapsul terpecah) setelah waktu tertentu akibat adanya suatu zat yang menyebabkan cangkang kapsul terlarut (hancur), sehingga obat dapat tersebar ke bagian luar cangkang kapsul dan terserap oleh tubuh. Skema release suatu obat dari cangkang kapsul ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Skema *Drug Release* Sebuah Obat dalam Kapsul

(Fu dan Kao, 2010)

2.6.3 Uji Waktu Hancur

Uji ini dimaksudkan untuk menetapkan kesesuaian batas waktu hancur yang tertera pada masing-masing monografi, kecuali apabila dalam etiket dinyatakan bahwa tablet atau kapsul digunakan untuk pelepasan kandungan obat secara bertahap dalam jangka waktu tertentu atau melepaskan obat dalam dua

priode yang berbeda. Uji waktu hancur tidak menyatakan bahwa sediaan atau bahan aktifnya terlarut sempurna. Sediaan dinyatakan hancur sempurna bila sisa sediaan yang tertinggal pada wadah uji merupakan massa lunak yang tidak memiliki inti yang jelas, kecuali bagian dari cangkang kapsul yang tidak larut. Waktu hancur setiap tablet atau kapsul harus memenuhi persyaratan spesifikasi waktu (Kapsulindo, 2007).

2.6.4 Uji Disolusi

Uji ini bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah zat aktif dalam obat yang dapat terlarut dalam waktu tertentu. Menggambarkan berapa presentasi zat aktif obat yang dapat terlarut dan teradsorpsi dalam tubuh. Jika disolusi memenuhi syarat, maka diharapkan obat akan memberikan khasiat secara *in vitro*.

(Syukri, 2002)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan kaca seperti gelas beker, gelas ukur, botol vial, erlenmeyer, corong, spatula, kaca arloji, pipet ukur 10 mL, pipet tetes, labu *butchner*, dan labu ukur. Selain itu digunakan peralatan lainnya seperti *cutter*, mortar, alu, *magnetic stirrer*, penangas, penggiling daging, *dipping pen*, oven, evaporator, *water bath*, viskometer *Ford Cup*, FTIR Shimadzu dan blender *philips*.

3.1.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain umbi porang berusia 2 tahun diambil dari perkebunan porang Desa Segulung, Madiun, Jawa Timur, Indonesia, etanol 50% teknis (PT. Sumber Ilmiah Persada Chemicals), daun pepaya muda diambil dari taman belakang gedung Departemen Kimia ITS, akuades (PT. Sumber Ilmiah Persada Chemicals), HCl 37% teknis (PT. Sumber Ilmiah Persada Chemicals).

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Pembuatan Tepung Porang

Umbi porang segar, dibersihkan dari kotoran, dikupas kulit luarnya, kemudian dicuci dengan air bersih, selanjutnya dipotong kecil tipis (ketebalan ± 5 mm), irisan porang di oven pada suhu 50-60 hingga kering, porang berbentuk *chips* kering digiling dengan penggiling daging, lalu gilingan kasar dihaluskan dengan blender hingga berbentuk tepung.

3.2.2 Pembuatan Tepung Glukomanan

Larutan etanol 50% dicampurkan pada tepung porang sebanyak 40 g dengan perbandingan 1 : 6 (tepung : etanol), campuran dimaserasi selama 30 menit dengan pengadukan kontinyu, lalu disaring. Dibuang filtratnya, kemudian dikeringkan residu serbuknya lalu dilakukan pengulangan prosedur sebanyak tiga kali. Tepung glukomanan yang dihasilkan diidentifikasi menggunakan FTIR.

3.2.3 Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya

Sebanyak 100 gr daun pepaya dicuci, dipotong kecil-kecil dan dibiarkan dalam suhu ruang hingga layu. Kemudian potongan daun dioven pada suhu 45 selama ± 2 jam. Potongan daun pepaya kering dihaluskan dengan blender menjadi serbuk. Selanjutnya serbuk pepaya ditambahkan dengan akuades dengan perbandingan 1:1 lalu diblender kembali. Kemudian disaring dan didapatkan larutan ekstrak daun pepaya.

3.2.4 Pembuatan Gel Glukomanan

Sebanyak 4,0 g tepung glukomanan dilarutkan dengan akuades 96 mL. Diaduk secara kontinyu pemanasan bersuhu rendah (sekitar 37-40°C) selama ± 2 jam hingga terbentuk gel. Gel glukomanan yang terbentuk dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya dituangkan ke dalam alat viskometer *Ford Cup*, kemudian diamati dan dicatat pengukuran waktu sesuai dengan ASTM D-1200-94.

3.2.5 Pembuatan Cangkang Kapsul

Sebanyak 4,0 g tepung glukomanan dilarutkan dengan akuades 96 mL. Diaduk secara kontinyu selama ± 2 jam. Gel

yang terbentuk dipanaskan pada suhu 40-55°C. Selanjutnya cetakan kapsul (*dipping pen*) dicelupkan ke dalam gel dan dikeringkan dalam oven. Kemudian dibuat cangkang kapsul dengan penambahan ekstrak daun pepaya. Sebanyak 4,0 g tepung glukomanan dilarutkan dengan akuades 95 mL. Diaduk secara kontinyu selama ± 2 jam. Gel yang terbentuk ditambahkan ekstrak daun pepaya dengan perbandingan 4 : 1 (Gel : ekstrak daun pepaya). Dibuat variasi lama waktu pencampuran ekstrak daun pepaya dalam gel glukomanan yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit dengan suhu masing-masing sekitar 50-60°C. Dibuat variasi suhu pencampuran ekstrak daun pepaya dalam gel glukomanan yaitu 30, 40, dan 50°C dengan lama waktu masing-masing 30 menit. Kemudian diaduk secara kontinyu. Selanjutnya cetakan kapsul (*dipping pen*) dicelupkan dalam gel dan dikeringkan dalam oven.

3.2.6 Evaluasi Sediaan kapsul

3.2.6.1 Pengujian Pengamatan Spesifik Fisik

Pengujian meliputi bentuk, bau, warna, dan rasa cangkang kapsul serta tanda-tanda lain yang dapat dilihat dengan panca indera. Dicatat hasil pengamatan.

3.2.6.2 Uji Keseragaman Bobot

Uji keseragaman bobot meliputi keseragaman bobot cangkang kapsul dan keseragaman sediaan. Kapsul ditimbang dan dicatat berat masing-masing kapsul. Kemudian setiap kapsul yang ditimbang diberi identitas. Selanjutnya, dikeluarkan isi tiap kapsul dengan cara yang sesuai. Lalu ditimbang tiap cangkang kapsul kosong dan dihitung bobot netto dari isi tiap kapsul. Dari hasil penetapan kadar, seperti yang tertera pada monografi, dihitung %penyimpangannya dan dicatat hasilnya.

3.2.6.3 Uji Kelarutan

3.2.6.3.1 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Air

Cangkang kapsul yang telah terisi dimasukkan ke dalam wadah berisi air 100 mL. Suhu air ditetapkan 37 C kemudian diaduk dan dicatat waktu sejak cangkang kapsul dimasukkan sampai cangkang kapsul tersebut pecah (melarut).

3.2.6.3.1 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Larutan Asam (*Drug Release*)

Dibuat larutan HCl 1M dengan dari larutan HCl 37%. Dipipet sebanyak 8,29 mL HCl 37%, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Kemudian larutan HCl 1M dituangkan ke dalam wadah sebagai lambung buatan. Cangkang kapsul yang telah terisi dimasukkan dalam wadah. Waktu larut cangkang kapsul diamati. Dicatat waktu sejak cangkang kapsul dimasukkan sampai cangkang kapsul mengeluarkan isinya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Tepung Porang

Umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) yang digunakan sebagai bahan baku penelitian adalah yang berumur sekitar 2 tahun. Umbi porang dikupas bagian kulitnya lalu dibersihkan dengan air bersih untuk menghilangkan pengotor yang menempel pada permukaan daging umbi. Umbi porang (*A. oncophillus*) mengandung kadar kalsium oksalat cukup tinggi sehingga menimbulkan rasa gatal dan iritasi bila dikonsumsi. Asupan harian oksalat dalam tubuh maksimum hanya sebesar 70-150 mg/hari (Li, dkk., 2010). Konsumsi kalsium oksalat berlebih menyebabkan kristalisasi dalam ginjal, membentuk batu ginjal dan gangguan-gangguan kesehatan lainnya (Bhandari, dkk., 2002). Umbi porang (*A. oncophillus*) perlu diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kadar kalsium oksalat sebelum diproses untuk dijadikan bahan dasar cangkang kapsul.

Umbi porang (*A. oncophillus*) diiris kecil-kecil (ketebalan ± 5 mm) agar saat dilakukan proses pengeringan, irisan porang dapat kering merata dengan cepat. Pengirisan yang terlalu tipis akan menyebabkan umbi menjadi lengket satu sama lain, sedangkan apabila diiris terlalu tebal, menyebabkan proses pengeringan berjalan lambat. Proses pengeringan yang berjalan lambat dapat berpengaruh terhadap kualitas tepung porang yang dihasilkan. Proses pengeringan dilakukan dalam oven bersuhu 50-60°C. Proses pengeringan ini bertujuan untuk memperkecil kadar air dalam umbi porang (*A. oncophillus*) dan mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri yang dapat menyebabkan penurunan kualitas tepung porang. Umbi porang (*A. oncophillus*) kering berbentuk *chips*, keripik, atau galek (Gambar 4.1).



Gambar 4. 1. *Chips* Porang yang Terbentuk Setelah Proses Pengeringan dalam Oven

Chips porang yang terbentuk setelah proses pengeringan dalam oven, selanjutnya digiling menggunakan penggiling daging. Hal ini dilakukan karena *chips* porang kering mempunyai tekstur yang sangat keras sehingga perlu digiling terlebih dahulu untuk memperkecil ukuran *chips* agar memudahkan proses penepungan. Hasil gilingan berupa granul ukuran besar (Gambar 4.2. (A)) kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga terbentuk tepung porang. Pada proses penepungan terjadi penumbukan antara *chips* porang sehingga komponen non glukomanan akan pecah atau hancur. Proses ini dapat menurunkan kandungan kalsium oksalat pada tepung porang (Takigami, 2000). Proses pembuatan tepung porang dilakukan dengan hati-hati dan tepat agar mutu dan kadar glukomanan dapat terjaga (Widyotomo, 2002). Tepung porang yang dihasilkan berwarna cerah dengan granul agak halus (Gambar 4.2. (B)).



Gambar 4. 2. (A) *Chips* Porang Setelah Digiling (B) Tepung Porang Setelah Diblender

4.2 Pembuatan Tepung Glukomanan

Proses pembuatan tepung glukomanan bertujuan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kadar kalsium oksalat dalam tepung porang. Pemisahan kalsium oksalat tidak hanya melalui proses penepungan porang saja, tetapi masih membutuhkan proses ekstraksi tepung porang hingga menghasilkan tepung glukomanan. Pembuatan tepung glukomanan dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol untuk mengurangi senyawa pengotor yang berada di permukaan granula tepung porang (Takigami, 2000). Penurunan kadar kalsium oksalat melalui proses ekstraksi. Ekstraksi pada tepung porang dilakukan untuk mendapatkan glukomanan dan menurunkan kadar komponen lain selain glukomanan melalui metode maserasi menggunakan pelarut etanol 50%. Etanol digunakan karena dapat larut dengan air tetapi tidak menyebabkan glukomanan mengembang (Kurniawati, 2010). Tepung porang ditimbang sebanyak 40 gram, kemudian dicampur dengan etanol 50% dengan perbandingan 1:6 (b/v) dalam suhu ruang dan diaduk selama 30 menit. Pengadukan selama proses maserasi bertujuan untuk memudahkan senyawa dengan berat molekul rendah terlepas dari permukaan granula

glukomanan. Semakin lama waktu kontak pelarut, maka semakin banyak senyawa pengotor yang lepas dan terbawa etanol. Selanjutnya dipisahkan maseratnya dan dikeringkan. Proses ini dilakukan hingga 3 kali pengulangan untuk meningkatkan kadar glukomanan dalam tepung porang dan menurunkan kadar kalsium oksalat. Dari hasil ekstraksi, diperoleh tepung glukomanan halus dengan %rendemen sebesar 89,58%.



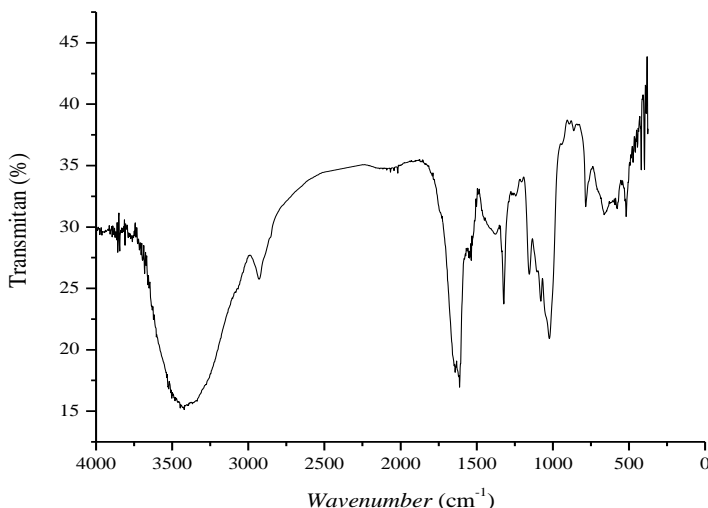
Gambar 4. 3. Tepung glukomanan setelah proses ekstraksi

Hasil ekstraksi tepung porang dengan pelarut etanol 50% secara fisik memenuhi kriteria mutu II pada Tabel 2.3 dengan warna tepung agak putih dan granul yang tertumbuk agak halus. Tepung yang dihasilkan merupakan tepung glukomanan murni (Gambar 4.3).

(Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013)

Tepung glukomanan hasil ekstraksi kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometri inframerah. Hasil analisis dengan menggunakan spektrofotometri inframerah dapat dilihat pada gambar 4.4. Spektrum inframerah pada tepung glukomanan menunjukkan bahwa glukomanan hasil ekstraksi didominasi puncak dengan tipe melebar pada $3414,12 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi dari OH stretch; puncak lemah yang muncul pada

2929,97 cm^{-1} menunjukkan adanya CH stretch; puncak kuat yang muncul pada kisaran 1700 cm^{-1} sampai 1500 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi C=O stretch, puncak kuat yang muncul pada kisaran 1022,31 cm^{-1} sampai 1250 cm^{-1} menunjukkan keberadaan vibrasi C-O-C stretch eter siklis (Faridah, 2014).



Gambar 4. 4. Hasil Analisis Tepung Glukomanan Menggunakan Spektrofotometri Infra Merah

4.3 Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya

Daun pepaya (*Carica papaya* L.) dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan debu atau pengotor yang menempel pada permukaan daun, kemudian dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven bersuhu 45 selama 2 jam. Pengeringan ini bertujuan untuk memperkecil kadar air dalam daun pepaya, karena apabila kadar air terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri sehingga terjadi pembusukan yang dapat menurunkan kualitas daun pepaya. Kandungan senyawa aktif dalam tanaman

juga sangat dipengaruhi oleh proses pengeringan, karena tanaman memiliki kandungan senyawa yang peka terhadap pemanasan suhu tinggi. Sehingga proses pengeringan yang tepat dapat menghasilkan simplisia kering yang bermutu dan terjaga kandungan senyawa aktifnya. Daun pepaya kering kemudian dihaluskan hingga berbentuk serbuk.

Serbuk daun pepaya diekstrak dengan hanya menggunakan akuades. Hal ini karena kandungan enzim didalam daun pepaya sangat rentan terhadap kondisi asam maupun basa. Akuades memiliki pH netral sehingga dapat menjaga enzim dan bahan lain yang terkandung didalam daun pepaya dari kerusakan. Akuades dan serbuk daun pepaya diblender untuk melarutkan serbuk daun pepaya kemudian disaring. Residu serbuk dibuang dan didapatkan larutan ekstrak daun pepaya berwarna hijau tua dengan rasa dan aroma khas daun pepaya. Warna hijau tua pada larutan ekstrak berasal dari klorofil. Klorofil merupakan senyawa yang memberikan pigmen hijau pada daun tanaman.

4.4 Pembuatan Gel Glukomanan

Cangkang kapsul dibuat dari bahan dasar tepung glukomanan dan akuades. Tepung glukomanan sebanyak 4,0 gram dicampurkan dengan akuades sebanyak 96 mL dalam sebuah gelas beker. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 2 jam, hingga terbentuk gel. Menurut Yaseen, dkk. (2005), glukomanan mempunyai sifat penyerap air yang tinggi. Dalam 1% larutan glukomanan mempunyai viskositas yang sangat tinggi. Ohtsuki (1968) dalam Syaefullah (1990) menyebutkan bahwa glukomanan mampu mengembang dalam air hingga mencapai 138-200% dan dapat membentuk gel reversible atau gel termo-non-reversibel. Reaksi antara glukomanan dan air menyebabkan terjadinya interaksi antara hidrokoloid dan air. Glukomanan dapat menggabungkan struktur molekul air melalui

ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen terbentuk ketika sebuah atom hidrogen tertarik cukup kuat dan membentuk dua atom hidrogen (Chaplin, 2016).

Glukomanan termasuk dalam golongan polisakarida yang merupakan polimer dengan banyak gugus hidroksil dan umumnya berinteraksi kuat dengan air. Semua hidrokoloid yang berinteraksi dengan air akan menurunkan difusi dan menstabilkan keadaannya (Chaplin, 2016). Menurut Burey dkk. (2008) terdapat dua mekanisme utama dalam pembentukan gel, yaitu:

1. Pembentukan fase kontinu
Terjadi ketika gel yang terbentuk rusak menjadi potongan kecil
2. Pembentukan fase dispersi
Terjadi ketika tetesan yang terbentuk pertama diubah menjadi partikel gel.

Jika urutan tahapan proses berbeda maka menghasilkan sifat partikel gel yang berbeda. Gel glukomanan yang terbentuk menyerupai gel gelatin. Bentuk fisik gel glukomanan dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5. Gel Glukomanan yang Terbentuk setelah Pengadukan selama 2 Jam

Pembentukan gel dipengaruhi oleh konsentrasi glukomanan. Semakin banyak jumlah tepung glukomanan yang dilarutkan dalam air maka semakin kental gel glukomanan berbentuk. Menurut Wang, dkk. (2012) konsentrasi glukomanan di bawah 0,55% (b/v) menghasilkan gel cair. Sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi, namun masih dibawah 7% atau 8%, campuran tepung glukomanan dan air dapat membentuk sol.

Pengujian terhadap pengaruh konsentrasi larutan glukomanan dilakukan dengan membuat empat varian konsentrasi yaitu 1%, 2%, 3%, dan 4% (b/v). Selanjutnya gel glukomanan yang terbentuk dari masing-masing konsentrasi diukur nilai kekentalan (viskositasnya). Menurut Sinurat, dkk. (2006), viskositas merupakan faktor kualitas yang penting untuk zat cair dan kental sebagai ukuran dan kontrol untuk mengetahui kualitas dari bahan. Konsentrasi tepung porang dan gelatin dibuat dengan kadar yang sama dengan tepung glukomanan sebagai pembanding. Hasil viskositas dari varian konsentrasi gel dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Viskositas Masing-masing Varian Konsentrasi Tepung Porang, Tepung Glukomanan, dan Gelatin

Sampel	Viskositas Varian Konsentrasi (cP)			
	1%	2%	3%	4%
Tepung Porang	21,45 $\pm 7,07 \times 10^{-3}$	42,79 $\pm 22,6 \times 10^{-2}$	182,34 \pm 7,54	383,35 \pm 0,80
Tepung Glukomanan	32,5 \pm 5,19 $\times 10^{-2}$	2049,75 \pm 16,08 $\times 10^{-2}$	8007,89 \pm 17,25 $\times 10^{-2}$	11373,75 \pm 55,72 $\times 10^{-2}$
Gelatin	18,68 $\pm 22,9 \times 10^{-2}$	19,55 \pm 2,3 $\times 10^{-2}$	19,62 \pm 4,2 $\times 10^{-2}$	19,80 \pm 3,2 $\times 10^{-2}$

Hasil pengujian terhadap ragam konsentrasi gel yang dibentuk dari tepung glukomanan, tepung porang dan gelatin menunjukkan gel dari tepung glukomanan mempunyai nilai viskositas yang paling tinggi dibandingkan nilai viskositas gel dari tepung porang dan gel dari gelatin. Gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 1% (b/v) mempunyai nilai viskositas sebesar 32,5 cP, gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 2% (b/v) mempunyai nilai viskositas sebesar 2049,75 cP, gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 3% (b/v) mempunyai nilai viskositas sebesar 8007,89 cP, sedangkan pada gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 4% (b/v) mempunyai nilai viskositas sebesar 11373,75 cP.

Tingginya nilai viskositas gel dari tepung glukomanan dibandingkan gel dari tepung porang (Tabel 4.1) karena melalui proses ekstraksi. Tepung porang yang melalui proses ekstraksi mengalami kenaikan kadar glukomanan dan penurunan kadar senyawa selain glukomanan sehingga saat tepung dilarutkan dalam air dapat membentuk gel glukomanan yang lebih kental dengan viskositas lebih tinggi. Gel dari tepung glukomanan juga memiliki nilai viskositas yang jauh lebih tinggi dibanding gel gelatin dengan perlakuan konsentrasi yang sama. Sehingga glukomanan lebih unggul dalam segi kualitas gel. Semakin tinggi konsentrasi gel dari tepung glukomanan maka semakin tinggi nilai viskositasnya. Nilai viskositas tertinggi terdapat pada gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 4% (b/v) dan nilai viskositas terkecil terdapat pada gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 1% (b/v). Siswanti (2008), dalam penelitiannya menyatakan bahwa konsentrasi glukomanan berpengaruh terhadap tebal tipisnya permukaan film glukomanan. Semakin meningkat konsentrasi glukomanan cenderung meningkatkan kekuatan regang putus (*tensile strength*) sehingga menyebabkan peningkatan ketebalan film. Hal ini akan berpengaruh pada saat cangkang kapsul dicetak. Sehingga

pada penelitian ini dibuat gel dari tepung glukomanan dengan konsentrasi 4% (b/v) sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul, karena gel glukomanan pada konsentrasi lebih dari 4% berbentuk gel padat dan sulit untuk dicetak menggunakan *dipping pen* (Gambar 4.6).

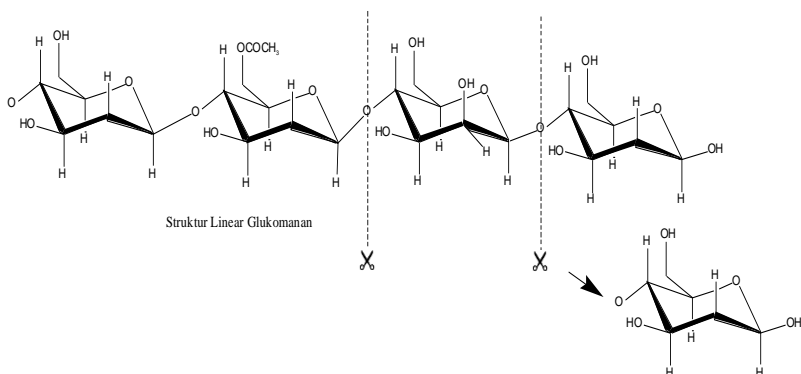


Gambar 4. 6. Gel dari Tepung Glukomanan pada Konsentrasi 5% Berbentuk Gel Padat.

Pembuatan gel dari tepung glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya dilakukan dengan mencampurkan tepung glukomanan sebanyak 4,0 g dengan 95 mL akuades kedalam gelas beker lalu diaduk menggunakan magnetic stirrer selama ± 2 jam dengan pemanasan pada suhu sekitar 37-40°C. Banyaknya pembuatan gel glukomanan disesuaikan dengan banyaknya variasi penambahan ekstrak daun pepaya. Gel yang terbentuk masing-masing ditambahkan dengan ekstrak daun pepaya sebanyak 1 mL. Selama proses penambahan, masing-masing gel glukomanan yang terbentuk dipanaskan hingga suhu sekitar 50-60°C untuk variasi waktu pencampuran 10, 20, 30, 40, 50 menit dengan pengadukan kontinyu. Sedangkan

gel glukomanan lainnya diberikan perlakuan pemanasan sesuai variasi suhu yaitu 30, 40 dan 50°C dengan pengadukan kontinyu dalam rentang waktu pencampuran masing-masing 30 menit.

Penambahan ekstrak daun pepaya dalam larutan gel glukomanan bertujuan untuk menghidrolisis rantai linear glukomanan menjadi molekul sederhana seperti manno-oligosakarida dan mannos. Hal ini bertujuan untuk meratakan permukaan cangkang kapsul yang terbentuk setelah proses pencetakan. Reaksi pemutusan struktur glukomanan oleh senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun pepaya terjadi secara cepat, diikuti dengan menurunnya viskositas dengan cepat karena terjadi penguraian struktur glukomanan. Penguraian struktur linear panjang glukomanan menjadi unit-unit yang lebih kecil dilakukan dengan memotong ikatan β -1,4 glikosida menghasilkan senyawa sederhana glukosa dan manosa. seperti pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7. Penguraian Struktur Glukomanan Menjadi Unit-Unit yang Lebih Kecil

Sebelum dicetak, masing-masing larutan diuji kekentalannya (viskositas) untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun pepaya terhadap gel glukomanan pada masing-masing variasi. Hasil viskositas dari variasi campuran gel dari tepung glukomanan dan ekstrak daun pepaya dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2. Nilai Viskositas Masing-masing Variasi Campuran Gel dari Tepung Glukomanan dengan Ekstrak Daun Pepaya

Variasi Cangkang Kapsul Campuran Gel dari Tepung Glukomanan dengan Ekstrak Daun Pepaya	Viskositas (cP)	
Suhu (C)		
30	11221.02	$68,14 \times 10^{-2}$
40	11097.14	$85,51 \times 10^{-2}$
50	10754.37	$147,39 \times 10^{-2}$
Waktu (menit)		
10	10261.74	0,45
20	10001.68	0,44
30	9793.61	0,24
40	9277.47	0,94
50	8681.76	1,63

Hasil penelitian pada Tabel 4.2 menunjukkan adanya pengaruh penambahan ekstrak daun pepaya terhadap gel dari tepung glukomanan. Nilai Viskositas awal gel glukomanan sebelum penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu adalah sebesar 11373,75 cP. Setelah penambahan ekstrak daun pepaya, nilai viskositas berangsur menurun. Pada variasi suhu 30 C, nilai viskositas sebesar 11221,02 cP, semakin menurun pada variasi suhu 40 C dengan nilai viskositas sebesar 11097,14 cP dan variasi suhu 50 C dengan nilai viskositas sebesar 10754,37 cP.

Menurut Diharmi, dkk. (2011) semakin rendah suhu, nilai viskositas akan meningkat begitu juga sebaliknya suhu meningkat maka nilai viskositas akan turun. Suhu memberikan pengaruh terhadap cepat lambatnya reaksi pemutusan ikatan glukomanan oleh senyawa aktif dalam ekstrak daun pepaya. Nilai viskositas terendah terdapat pada larutan campuran gel dari tepung glukomanan dan ekstrak daun pepaya dengan variasi suhu 50°C. Winarno (1987) menyebutkan bahwa aktifitas senyawa dalam ekstrak daun pepaya akan semakin aktif seiring bertambahnya suhu hingga mencapai suhu optimum (sekitar 50-60°C). Sehingga pada variasi suhu 50°C, senyawa dalam ekstrak daun pepaya semakin aktif memotong struktur glukomanan dan berefek pada menurunnya nilai viskositas gel.

Hasil penelitian pada Tabel 4.2 juga menunjukkan adanya pengaruh lama waktu pencampuran ekstrak daun pepaya terhadap gel glukomanan. Nilai viskositas awal gel dari tepung glukomanan sebelum penambahan ekstrak daun pepaya adalah sebesar 10482,88 cP. Setelah penambahan ekstrak daun pepaya, nilai viskositas berangsur menurun. Nilai viskositas tertinggi terdapat pada variasi waktu pencampuran 10 menit yaitu 10261,74 cP dan nilai viskositas terendah terdapat pada variasi waktu pencampuran 50 menit yaitu 8681,76 cP. Pada variasi waktu, suhu yang digunakan sekitar 50-55°C sehingga senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun pepaya semakin banyak memotong struktur glukomanan. Lama waktu pencampuran berpengaruh pada banyaknya pemotongan struktur glukomanan oleh senyawa aktif dalam ekstrak daun pepaya. Semakin lama waktu pencampuran maka semakin banyak struktur glukomanan yang terpotong sebaliknya semakin singkat waktu pencampuran, hanya sedikit glukomanan yang strukturnya terpotong menjadi lebih sederhana. Hal ini dibuktikan dari semakin lama waktu pencampuran ekstrak daun pepaya dalam gel

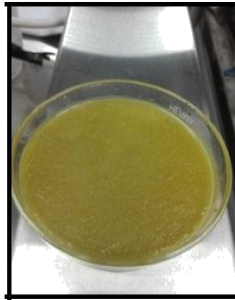
dari tepung glukomanan, semakin menurun nilai viskositasnya dan semakin berkurang kekentalan gel yang terbentuk.

4.5 Pembuatan Cangkang Kapsul Dengan dan Tanpa Penambahan Ekstrak Daun Pepaya

Glukomanan mempunyai sifat pembentuk film yang baik. Gel glukomanan yang mengalami dehidrasi dengan pemanasan pada suhu ruang membentuk film keras dengan kapasitas penyerap air dan permeabilitas uap air yang rendah (Cheng, dkk., 2002). Film yang terbentuk dapat dikonsumsi langsung dan mempunyai stabilitas yang baik dalam air dingin, air panas, dan bahkan terhadap larutan asam (Lu, dkk., 2008). Sehingga berpotensi sebagai bahan kemasan bubuk obat (cangkang kapsul) melalui proses pencetakan. Proses pencetakan cangkang kapsul diawali dengan persiapan berupa pembuatan gel dari tepung glukomanan dengan mencampurkan sebanyak 4 gram tepung glukomanan dengan 96 mL akuades dan diaduk secara kontinyu selama kurang lebih 2 jam dengan pemanasan bersuhu rendah sekitar 37°C untuk mempercepat pembentukan gel (Gao dan Nishinari, 2004). Pemanasan ini juga bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang terjebak dalam gel ketika proses pengadukan. Gelembung udara yang terjebak dapat mempengaruhi bentuk permukaan kapsul pada saat dicetak.

Untuk pembuatan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya, gel dari tepung glukomanan yang terbentuk dari campuran 4 gram tepung glukomanan dengan 95 mL akuades dengan pengadukan kontinyu selama kurang lebih 2 jam dengan pemanasan pada suhu sekitar 40-50°C, gel glukomanan ditambahkan dengan ekstrak daun pepaya sebanyak 1 mL. Dilakukan variasi pada pembuatan gel glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya meliputi variasi waktu dan suhu. Pada variasi waktu, lama pengadukan gel saat penambahan

ekstrak daun pepaya divariasi pada 10, 20, 30, 40, 50 menit dan pada variasi suhu, suhu selama waktu pengadukan gel saat ditambahkan ekstrak daun pepaya divariasi pada 30, 40, dan 50°C. Hasil gel campuran gel glukomanan dengan ekstrak daun pepaya dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8. Campuran Gel dari Tepung Glukomanan dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya.

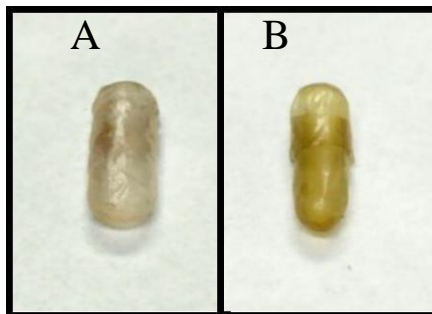
Seluruh bahan cangkang kapsul yang sudah disiapkan dan sudah melalui proses pemanasan dibiarkan beberapa saat kemudian *dipping pen* (Gambar 4.9) dicelupkan. Pencelupan dilakukan beberapa kali hingga didapatkan ketebalan cangkang kapsul yang tepat. Selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu sekitar 50-60°C untuk mengurangi kadar air dalam cangkang kapsul. Suhu sekitar 50-60°C dipilih untuk menjaga agar bahan gel tidak rusak, bila terlalu panas maka cangkang kapsul yang terbentuk akan terlalu kering sehingga rapuh dan mudah sobek bahkan sulit untuk dilepaskan dari alat cetaknya. Sedangkan apabila kurang panas (suhu terlalu rendah), cangkang kapsul tidak dapat terbentuk.

Setelah proses pengeringan dalam oven, cangkang kapsul dilepaskan dan dianalisis kinerja nya masing-masing.



Gambar 4. 9. Alat Cetak Cangkang Kapsul (*Dipping Pen*)

Hasil pembuatan cangkang kapsul tersaji dalam Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 10.(A) Cangkang Kapsul dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophillus*) Mempunyai Permukaan Transparan.

(B) Cangkang Kapsul dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya Berwarna Hijau dengan Permukaan Lebih Tebal dan Halus.

4.6 Evaluasi Sediaan Kapsul

Cangkang kapsul yang terbentuk dievaluasi untuk mengetahui kualitas kapsul dan membandingkan dengan cangkang kapsul komersil yang terbuat dari gelatin.

4.6.1 Pengamatan Spesifik Fisik

Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui ciri khas dari cangkang kapsul halal berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) dan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya melalui pengenalan secara fisik dengan menggunakan panca indera dalam pendeskripsian (Depkes RI, 2000). Pengamatan ini juga berfungsi dalam pengendalian mutu cangkang kapsul. Pengamatan fisik cangkang kapsul meliputi penggunaan panca indera mendeskripsikan bentuk, warna, aroma, dan rasa, guna pengenalan awal yang sederhana seobjektif mungkin (Khoirani, 2013). Hasil pengamatan spesifik fisik dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Cangkang kapsul yang telah dicetak diamati bentuk fisiknya, dibaui kemudian diamati rasanya. Hasil pengamatan fisik menunjukkan cangkang kapsul yang terbuat dari umbi porang (*A. oncophillus*) berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul (Gambar 4.10 (A)), tak beraroma, berwarna krem transparan dengan rasa agak manis. Warna krem yang dihasilkan sama dengan warna tepung porang dan warna gel glukomanan. tetapi cangkang kapsul yang dihasilkan tipis sehingga rapuh dan rawan mengalami rusak atau bocor. Sedangkan cangkang kapsul yang terbuat dari umbi porang (*A. oncophillus*) dengan campuran ekstrak daun pepaya berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul dan mempunyai ketebalan serupa dengan cangkang kapsul komersil (Gambar 4.10 (B)).

Tabel 4. 3. Pengamatan Spesifik Fisik Cangkang Kapsul

Varian Cangkang Kapsul	Bentuk	Warna	Aroma	Rasa
Cangkang Kapsul Glukomanan	Bulat Panjang, Ujung Tumpul, Tipis	Krem Transparan	Tidak Berbau	Agak Manis
Cangkang Kapsul Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya	Bulat Panjang, Ujung Tumpul, Permukaan Halus dan Tebal	Hijau	Berbau Khas Daun Pepaya	Pahit
Cangkang Kapsul Komersial	Bulat panjang, Ujung Tumpul, Tebal	Merah (tutup cangkang), Putih (badan cangkang)	Tidak Berbau	Tidak Berasa

Ketebalan cangkang kapsul berpengaruh pada kemampuan cangkang kapsul dalam melindungi obat didalamnya. Kapsul dengan ketebalan yang pas dapat menjaga mutu obat dari pengaruh lingkungan. Warna cangkang kapsul yang terbentuk dari semua variasi yaitu suhu 30, 40, 50°C dan waktu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit berwarna hijau tua. Warna hijau didapatkan dari klorofil (Zat pigmen hijau pada daun). Cangkang kapsul memiliki aroma khas daun pepaya dan rasa yang pahit. Rasa pahit ini berasal dari senyawa alkaloid karpain ($C_{14}H_{25}NO_2$) yang terkandung dalam daun pepaya (Kalie, 2000). Alkaloid bersifat basa karena adanya sepasang elektron bebas yang dimiliki oleh nitrogen sehingga menyebabkan rasa pahit (Meyer, 1982).

4.6.2 Uji Keseragaman Bobot

Cangkang kapsul yang telah dibuat kemudian ditimbang. Pengujian bobot cangkang kapsul bertujuan untuk mengetahui ketebalan cangkang kapsul. Semakin tebal cangkang kapsul maka semakin meningkat bobotnya. Bobot dari cangkang kapsul merupakan standar yang harus dipenuhi untuk cangkang kapsul komersial. Standar komersial cangkang kapsul berdasarkan spesifikasi dimensi bobot menurut Kapsulindo Nusantara (2007) terdapat dalam Tabel 2.6.

Cangkang kapsul yang terbentuk, satu persatu di timbang menggunakan neraca analitik. Kemudian dicatat berat masing-masing kapsul. Hasil pengujian terhadap bobot cangkang kapsul yang terbuat dari umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) maupun umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya terdapat dalam Tabel 4.4.

Hasil dari Tabel 4.4. menunjukkan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) memiliki bobot yang menyimpang dari standar komersial ukuran kapsul dikarenakan tipisnya cangkang kapsul yang terbentuk sehingga berpengaruh pada bobot cangkang kapsul. Sedangkan cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya mempunyai bobot cangkang kapsul sesuai dengan standar komersial ukuran kapsul 00 dengan bobot tetapan sebesar 110 – 130 mg (Tabel 2.6). Tetapi pada variasi suhu 50 C, cangkang kapsul yang terbentuk memenuhi standar komersial ukuran kapsul 0 dengan bobot tetapan sebesar 87-105 mg. Bobot cangkang kapsul dipengaruhi oleh ketebalan kapsul.

Tabel 4. 4. Bobot Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Umbi Porang (*A. oncophillus*) dan Campuran Umbi Porang (*A. oncophillus*) dengan Ekstrak Daun Pepaya.

Jenis Bahan Baku Cangkang Kapsul	Variasi	Bobot Cangkang Kapsul (g/3 buah cangkang kapsul)	
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>)	4%	0.27	$1,23 \times 10^{-3}$
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya	Suhu (C)		
	30	$0,112 \pm 1 \times 10^{-3}$	
	40	$0,118 \pm 1,58 \times 10^{-3}$	
	50	$0,087 \pm 1 \times 10^{-3}$	
	Waktu Pencampuran (Menit)		
	10	0,108	$7,07 \times 10^{-3}$
	20	0,116	$1,58 \times 10^{-3}$
	30	0,117	$1,58 \times 10^{-3}$
	40	0,115	$2,65 \times 10^{-3}$
50	0,115	$1,23 \times 10^{-3}$	

Bobot cangkang kapsul dipengaruhi oleh ketebalan lapisan cangkang kapsul. Semakin tebal kapsul dibuat maka semakin bertambah bobot kapsul.

Selanjutnya dilakukan pengujian keseragaman bobot kapsul sesuai dengan Depkes RI (1979). Kapsul ditimbang satu persatu dengan seksama dan isi setiap kapsul dikeluarkan. Setiap cangkang kapsul kosong ditimbang dengan seksama dan dihitung bobot netto dari isi tiap kapsul dengan cara mengurangkan bobot cangkang kapsul dari masing-masing bobot kapsul. Penyimpangan dalam persen bobot isi tiap kapsul terhadap bobot

rata-rata tiap isi kapsul tidak boleh lebih dari dua kapsul yang penyimpangannya lebih besar dari harga yang telah ditetapkan di kolom A dan untuk setiap 2 kapsul tidak lebih dari yang ditetapkan kolom B. Hasil pengujian keseragaman bobot dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5. Hasil Pengujian Keseragaman Bobot Kapsul

Jenis Bahan Baku Cangkang Kapsul	Variasi	%Penyimpangan dalam Rata-rata
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>)	4%	7
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya	Suhu (C)	
	30	19
	40	20
	50	18
	Waktu Pencampuran (menit)	
	10	20
	20	20
	30	20
	40	20
	50	20

Dari hasil pengujian keseragaman bobot menunjukkan bahwa keseragaman bobot pada kapsul tidak lebih dari yang ditetapkan kolom B sehingga seluruhnya memenuhi standar keseragaman bobot sesuai dengan Farmakope Indonesia edisi III.

4.6.3 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Air

Cangkang kapsul berfungsi sebagai pembungkus sediaan obat yang berbentuk serbuk atau granul. Tujuan penggunaan

cangkang kapsul adalah mengurangi rasa pahit obat pada saat obat dikonsumsi, oleh karena itu obat harus mempunyai kelarutan maksimal terhadap air. Menurut Junianto, dkk. (2013), cangkang kapsul yang mudah rusak atau mudah tertembus air dapat menyebabkan melarutnya sediaan obat didalamnya sehingga pada saat dikonsumsi, rasa obat yang pahit akan terasa. Kelarutan dalam air untuk cangkang kapsul komersial yang ditetapkan oleh Kapsulindo Nusantara (2007) adalah minimal lebih dari 15 menit. Pengujian dilakukan dengan memasukkan cangkang kapsul ke dalam 100 mL air dengan suhu 37°C. dicatat waktu yang diperlukan sampai cangkang kapsul hancur atau larut seluruhnya. Hasil pengukuran kelarutan cangkang kapsul dalam air terdapat dalam Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6. Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Air

Jenis Bahan Baku Cangkang Kapsul	Variasi	Kelarutan dalam Air (menit)
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>)	4%	20''25''
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) dengan Tambahan Ekstrak Daun Pepaya	Suhu	
	30	24''51''
	40	36''59''
	50	28''58''
	Waktu (menit)	
	10	36''17''
	20	38''55''
	30	35''17''
	40	45''00''
	50	48''21''

Lamanya waktu larut cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya dalam air dipengaruhi oleh ketebalan

cangkang kapsul. Semakin tebal cangkang kapsul dibuat, semakin lama waktu larutnya dalam air. Hasil pengujian kelarutan cangkang kapsul terhadap air pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya larut lebih dari 15 menit sehingga memenuhi tetapan waktu dari standar Kapsulindo (2007). Tetapi dalam pengujian ini, variasi yang diberikan pada cangkang kapsul berbahan umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya tidak memberikan efek yang signifikan terhadap waktu larut cangkang kapsul dalam air. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ketebalan permukaan cangkang kapsul yang dihasilkan pada saat proses pencetakan (Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Farmakope Indonesia, 1979).

4.6.4 Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Larutan Asam (*Drug Release*)

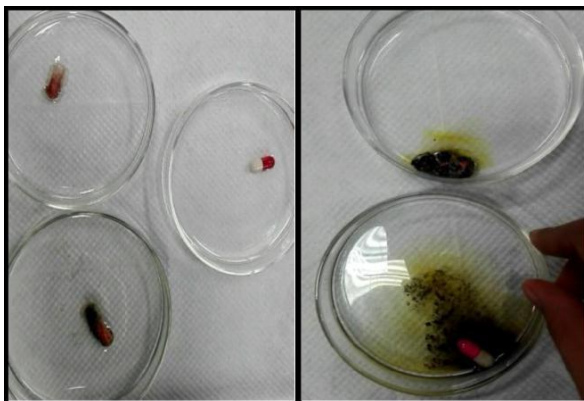
Cangkang kapsul sebagai pembungkus sediaan obat dan sebagai *drug delivery system*, harus mudah diserap atau dimetabolisme oleh tubuh. Kapsul yang tertelan langsung menuju ke lambung yang mempunyai derajat keasaman (pH) berkisar 1-2 dan mencapai 5-6 (Longo, dkk., 2012). Sehingga pengujian kelarutan dilakukan dengan merendam cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya yang telah terisi serbuk pewarna ke dalam wadah berisi HCl 1M dengan tujuan membuat kondisi lingkungan pengujian kelarutan menyerupai lambung manusia. Serbuk pewarna yang diisikan dalam cangkang kapsul sebagai parameter pecah atau tidaknya cangkang kapsul dalam larutan HCl. Cangkang kapsul dimasukkan hingga badan kapsul terendam seluruhnya dalam larutan HCl 1M (Gambar 4.11 (A)). Kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan dimulai saat kapsul direndam hingga kapsul larut atau pecah dan mengeluarkan isinya

(Gambar 4.11 (B)). Cangkang kapsul komersial harus larut dalam larutan asam dalam waktu kurang dari 5 menit (Departemen Kesehatan RI, 1995).

Hasil pengujian kelarutan cangkang kapsul yang terbuat dari bahan umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*), kombinasi umbi porang (*A. oncophillus*) dengan ekstrak daun pepaya, dan gelatin terdapat dalam Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7. Uji Kelarutan Cangkang Kapsul dalam Larutan Asam

Jenis Bahan Baku Cangkang Kapsul	Variasi	Waktu Kelarutan dalam Asam (Menit)
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>)	4%	1''43''
Umbi Porang (<i>A. oncophillus</i>) Dengan Tambahan Ekstrak Daun Pepaya	Suhu	-
	30	3''05''
	40	4''07''
	50	3''50''
	Waktu (menit)	
	10	3''50''
	20	4''26''
	30	2''47''
	40	4''07''
	50	2''
Gelatin		3''09''



Gambar 4. 11. (A) Uji Kelarutan (Drug Release) (B) Cangkang Kapsul yang Larut Mengeluarkan Isi Didalamnya

Kelarutan cangkang kapsul dalam larutan asam sangat dipengaruhi oleh sifat fisik berupa viskositas dari larutan bahan cangkang kapsul. Selain itu terdapat faktor lain seperti ketebalan cangkang kapsul yang memberikan pengaruh pada waktu larut cangkang kapsul dalam HCl. Pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa waktu kelarutan seluruh cangkang kapsul tidak beraturan akibat pengaruh ketebalan cangkang kapsul. Tetapi waktu larut cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. Oncophyllus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya seluruhnya kurang dari 5 menit sesuai dengan aturan Departemen Kesehatan RI (1995). Dalam pengujian kelarutan seluruh cangkang kapsul terhadap larutan asam, pemberian variasi larutan gel bahan cangkang kapsul tidak memberikan efek yang signifikan. Cangkang kapsul yang terbuat dari umbi porang (*A. oncophillus*) mempunyai waktu larut yang mirip dengan waktu larut cangkang kapsul komersial yang terbuat dari bahan gelatin.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul halal. Cangkang kapsul halal berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan penambahan ekstrak daun pepaya memiliki permukaan lebih tebal dan memenuhi standar berat cangkang kapsul komersial ukuran 00 dengan berat tetapan sebesar 110 – 130 mg. Prosentase penyimpangan rata-rata pada cangkang kapsul $\pm 20\%$ sesuai dengan standar Farmakope Indonesia Edisi III. Cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya larut terhadap air lebih dari 15 menit. Uji kelarutan cangkang kapsul menunjukkan bahwa cangkang kapsul berbahan dasar umbi porang (*A. oncophillus*) dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pepaya serupa dengan kelarutan cangkang kapsul komersial dari gelatin.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Aldelina, N. L., Sari, D. S., and Amin, M. N. (2013). Efek Pemberian Ekstrak Daun Pepaya Muda (*Carica papaya*) Terhadap Jumlah Sel Makrofag pada Ginggiva Tikus Wistar yang Diinduksi Porphyromonas gingivalis. Jember: Universitas Jember Press.
- Alvarez-Mancenido, F., Braeckmans, K., De Smedt, S. C., Demeester, J., Landin, M., and Martinez-Pachecho, R. (2006). Characterization of Diffusion of Macromoleculesin Konjac Glucomannan Solutions and Gels by Fluorescence Recovery after Photobleaching Technique. *International Journal of Pharmaceutics*. **316**(1-2), 37-46.
- Amadioha, A. C. (1998). Control of Powdery Mildew in Pepper (*Capsicum annum* L.) by Leaf Extracts of Papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* **6**, 41-46.
- Anief, M. (1986). Ilmu Farmasi. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Anief, M. (1995). Prinsip Umum dan Dasar Farmakologi. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Ansel, H. C. (1989). Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Ardina, Y. (2007). Development of Antiacne Gel Formulation and Minimum Inhibitory Concentration Determination from Carica Papaya Leaves Extract (*Carica papaya* Linn.). Bogor: ITB.

- Arifin, M. (2001). Pengeringan Kripik Umbi Iles-Iles Secara Mekanik untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles-Iles. IPB.
- Aryanti, N. dan Abidin, K. Y. (2015). Ekstraksi Glukomanan dari Porang Lokal (*Amorphophallus oncophyllus* dan *Amorphophallus muerelli* Blume). *Metana* **11**(1), 21-30.
- Aspinall, G. (1959). Structural Chemistry of The Hemicelluloses. *Advances in Carbohydrate Chemistry* 14, 429-468.
- ASTM International. (2005). Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup (ASTM D 1200-94). United State: ASTM International.
- Batubara, P. L. (2008). Farmakologi Dasar Edisi II. Jakarta: Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi.
- Bhandari, A., Koul, S., and Sekhon, A. (2002). Effects of Oxalate on HK-2 Cells, a Line of Proximal Tubular Epithelial Cells from Normal Human Kidney. *Journal of Urology* **168**, 253-259.
- Bhatt, B., and Agrawal, S. S. (2007). *Pharmaceutical Technology*, **4**.
- Budiman, A. (2003). Kajian Terhadap Pengaruh Etanol Sebagai Bahan Pengendap dan Pengaruh Air, Buffer Fosfat Serta Etanol Pada Ekstraksi Papain.
- Burey, B., Bhandari, T., Howes, T., and Gidley, M. (2008). Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, and Application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **48**, 361-377.
- Chaplin, M. (2016). Hydrocolloids and Gum. Water Structure and Science.

- Chen, L. G., Liu, Z. L., and Zhuo, R. X. (2005). Synthesis and Properties of Degradable Hydrogels of Konjac Glucomannan Grafted Acrylic Acid for Colon-Specific Drug Delivery. *Polymer* **46**(16), 6274-6281.
- Chen, X., Wang, S., Lu, M., Chen, Y., Zhao, L., and Li, W. (2014). Formation and Characterization of Light Responsive. TEMPO-oxidized Konjac Glucomannan Microspheres. *Biomacromolecules* **15**(6), 2166-2171.
- Chen, Y., Zhao, H., Liu, X., Li, Z., Liu, B., Wu, J., et al. (2016). TEMPO-Oxidized Konjac Glucomannan as Appliance for The Preparation of Hard Capsules. *Carbohydrate Polymers* **143**, 262-269.
- Cheng, L. H., Abd Karim, A., Norziah, M. H., and Seow, C. C. (2002). Modification of The Microstructural and Physical Properties of Konjac Glucomannan-Based Films by Alkali and Sodium Carboxymethylcellulose. *Food Research International* **35**, 829-836.
- Coughlan, M. P. (1990). Microbial Enzymes and Biotechnology 2nd Edition. (W. M. Fogarty, and C. T. Kelly, Eds.)
- Departemen Kesehatan RI. (2000). Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.
- Diharmi, A., fardiaz, D., Andarwulan, N., and Heruwati, E. (2011). Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi Eucheuma Spinosum (Alga Merah) dari Perairan Sumenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* **16**(1), 117-124.

- Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1979). Farmakope Indonesia Edisi 3. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). Farmakope Indonesia Edisi 4. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dongoran, D. S. (2004). Pengaruh Aktivator Sistein dan Natrium Klorida terhadap Aktivitas Papain. *Jurnal Sains Kimia* **8**(1), 26-28.
- Du, J., Dai, J., Liu, J. L., and Dankovich, T. (2006). Novel pH-sensitive polyelectrolyte carboxymethyl konjac glucomannan-chitosan beads as drug carriers. *Reactive and fuctional polymers* **66**(10), 1055-1061.
- Fitriani, V. (2006). Getah Sejuta Manfaat. Jakarta: PT. Trubus Swadaya Edisi April.
- Fu, Y., and Kao, W. J. (2010). Drug Release Kinetics and Transport Mechanisms of Non-Degradable and Degradable Polymetric Delivery Systems. *Expert Opinion*.
- Gadri, A., and Ega, P. (2012). Stabilitas Kadar dan Laju Disolusi Ketoprofen dalam Sediaan Kapsul Gelatin dan HPMC-Karagenan. Prosiding SnaPP. *Sains Teknologi dan Kesehatan*.
- Gao, S. J., and Nishinari, K. (2004). Effect of Deacetylation Rate on Gelation Kinetics of Konjac Glucomannan. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **38**, 241-249.
- Girindra, A. (1993). Biokimia 1. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Hariato, Tazwir, and Peranginangin, R. (2008). Studi Teknik Pengeringan Gelatin Ikan dengan Alat Pengering Kabinet. *Jurnal Pascapanen, dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* **3**(1), 89-96.
- Hariato, Tazwir, and Peranginangin, R. (2008). Studi Teknik Pengeringan Gelatin Ikan dengan Alat Pengering Kabinet. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* **3**(1), 89-96.
- Harrison, M. J. (1997). Catalytic Mechanism of The Enzyme Papain. Prediction a Hybrid Quantum Mechanical or Molecular Mechanical Potensial. *Journal of American Chemistry Society* **119**, 12285-12291.
- Hartanto, E. (1994, September-Oktober). Iles-Iles Tanaman Langka yang Laku Diekspor. *Buletin Ekonomi* **19**(5), 21-25.
- Hidayat, C. L. (2015). Analisa Profil Protein Gelatin Babi dan Gelatin Sapi Cangkang Kapsul Lunak Menggunakan Metode SDS-PAGE (Sodium Dodecyl Sulphate Poly Acrylamide Gel Electrophoresis). Jakarta: UIN Press.
- Indonesia, D. K. (1995). Farmakope Indonesia Edisi 4. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 96.
- Indonesia, P. P. (2013). Budidaya dan Pengembangan Porang sebagai Salah Satu Potensi Bahan Baku Lokal. Malang: Universitas Brawijaya.
- Johnson, A. (2007). Konjac - An Introduction. www.konjac.info.

- Jones, B. E., Basit, A. W., and Tuleu, C. (2012). The Disintegration Behaviour of Capsules in Fed Subjects: A Comparison of Hypromellose (carrageenan) Capsules and Standard Gelatin Capsules. *International Journal of Pharmaceutics* **424**(1-2), 40-43.
- Junianto, Haetami, K., and Maulina, I. (2013). Karakteristik Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Gelatin Tulang Ikan. *Jurnal Akuatika* **4**(1), 46-54.
- Kalie. (2006). Bertanam Pepaya. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kamelia, R. M., Sidumarta, and Natalia, D. (2005). Isolasi dan Karakterisasi Protease Intraselular Termotabil dan Bakteri *Bacillus strearothermophilus* RP1. Makalah Seminar Nasional MIPA. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kapsulindo, U. (2007). Analysis Report on Pharmaceutical Capsule.
- Karimah, Mawaddatul. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Kapsul Pati-Alginat dari Ekstraksi Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp.*) sebagai Material Drug Delivery System. Surabaya: Universitas Airlangga Press.
- Katzung, B. G. (2007). Basic and Clinical Pharmacology 10th Edition. United States: Lange Medical Publication.
- Khoirani, N. (2013). Karakterisasi Simplisa dan Standarisasi Ekstrak Etanol Herba Kemangi (*Ocimum americanum* L.). Jakarta: UINSH press.
- Ku, M. S., Li, W., Dulin, W., Donahue, F., Cade, D., and Benameur, H. (2010). Performance Qualification of a New Hypromellose Capsule: Part I. Comparative

Evaluation of Physical, Mechanical and Process Ability Quality Attributes of Vcaps Plus (R), Quali-V (R) and Gelatin Capsules. *International Journal of Pharmaceutics* **386**(1-2), 30-41.

Kurniawan, F., Mulyono, E., Broto, W., and Permana, A. (2011). Purifikasi tepung manan dari umbi iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) secara enzimatik untuk peningkatan mutu menjadi Food Grade. *Teknologi Inovatif Pascapanen Pertanian*. Bogor.

Kurniawati, A. D. (2010). Pengaruh Tingkat Pencucian dan Lama Kontak dengan Etanol Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus* [skripsi]). Malang: Universitas Brawijaya.

Kusmiyati. (2010). Perbandingan Umbi Iles-iles dan Singkong sebagai Substrat Fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam Produksi Bioetanol. *Jurnal Bioteknologi* **7**, 63-72.

Lay, B. W., and Sugyo, H. (1992). Mikrobiologi. Jakarta: Rajawali Pers.

Lehninger. (2005). Dasar-Dasar Biokimia I. Jakarta: Erlangga.

Lehninger, A. L. (1997). Dasar-Dasar Biokimia Edisi 1. Jakarta: Erlangga.

Li, C. L., Martini, L. G., Ford, J. L., and Roberts, M. (2005). The Use of Hypromellose Inoral Drug Delivery. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* **57**(5), 533-546.

Li, S., Xie, A., Shen, Y., Yu, X., and Hu, G. (2010). Biogenic Synthesis of Calcium Oxalate Crystal by Reaction of Calcium Ions with Spinach Lixivium. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **78**, 229-236.

- Liu, J., Zhang, L., Hu, W., Tiah, R., Teng, Y., and Wang, C. (2012). Preparation of Konjac Glucomannan-Based Pulsatile Capsule for Colonic Drug Delivery System and Its Evaluation In vitro and In vivo. *Carbohydrate Polymers* **87**, 377-382.
- Longo, D. L., Kasper, D. L., Jameson, J. L., Fauci, A. S., Hauser, S. L., and Loscalzo, J. (2012). *Harrison's Principles of Internal Medicine*. USA: The McGraw-Hill Companies.
- Lu, J., Wang, C. J., and Xiao, C. B. (2008). Preparation and Characterization of Konjac Glucomannan/Poly (Diallyldimethylammonium Chloride) Antibacterial Blend Films. *Carbohydrate Polymers* **73**, 427-437.
- Lukitasari, D. (2004). Studi Produksi Papain Enam Genotipe Pepaya (*Carica papaya* L.) [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Budidaya Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Meyer, L. H. (1982). *Food Chemistry*. California: The AVI Publishing Company Inc.
- Moehd, B. K. (1996). *Bertanam Pepaya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Muchtadi, D. S. (1992). *Enzim dalam Industri Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Muhlisah, F. (2007). *Tanaman Obat Keluarga (Toga)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nakata, P. A. (2003). Advances in Our Understanding of Calcium Oxalate Crystal Formation and Function in Plant. *Journal Plant Science* **164**, 901-909.

- Noor, Z. (2002). *Senyawa Anti Gizi*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM.
- Nurjanah, Z. (2010). *Kajian Proses Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Iles-Iles (Amorphophallus oncophyllus) dengan Menggunakan Enzim α -Amilase*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Ohstuki, T. (1995). Studies on Reverse Carbohydrates of Flour *Amorphophallus* Species, with Special Reference to Mannan. (Syaefullah, Ed.) *Botanical Magazine* **81**, 119-126.
- O'Mahoney, M., Rice, O., Mouzakis, G., and Burnell, G. (2014). Towards Sustainable Feeds for Abalone Culture: Evaluating The Use of Mixed Species Seaweed Meal in Formulated Feeds for The Japanese Abalone. *Aquaculture* **430**, 9-16.
- Ozu, E. M., Baianu, I. C., and Wei, L. S. (1993). Physicel and Chemical Properties of Glucomannan Gels and Related Polysaccharides, in: Ion C. Baianu, H.P., T.F.K. (Eds). *Physical Chemistry of Food Processes*, 487-517.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (1993). *Pedoman Penggunaan Obat Bebas dan Bebas Terbatas*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Perhutani. (2013). *Umbi Porang jadi Tanaman Unggulan di Madiun*.
- Popa, V., and Spiridon, J. (1998). Hemicelluloses: Structure and Properties. 297-311.

- Pratiwi, S. T. (2008). Mikrobiologi Farmasi. Jakarta: Erlangga.
- Puls, J., and Schuseil, J. (1993). Chemistry of Hemicellulose: Relationship between Hemicellulose Structure and enzyme Required for Hydrolysis. Coughlan MP, Hazlewood GP (eds) *Hemicellulose and Hemicellulases*, 1-27.
- Rahman, M. F. (2008). Potensi Antibakteri Ekstrak Daun Pepaya pada Ikan Gurami yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Reed, G. (1975). *Enzymes in Food*. New York: Processing Academic Press.
- Reich, G. (2001). Formulation and Physical Properties of Soft Capsules Chapter 11. Frieberg/SA: Deutsche Lederinstitute.
- Saputro, E. A., Leftiyanti, O., dan Endang, M. (2014). Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) Menggunakan Proses Ekstraksi/Leaching dengan Larutan Etanol. Simposium Nasional RAPI 13.
- Saleh, N., Rahayuningsih, S. A., Radjit, B. S., Ginting, E., Harnowo, D., and Mejaya, I. J. (2015). Tanaman Porang : Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Shinzato, C., Broussalis, A. M., and Ferraro, G. E. (1996). Glucomanano: unaporte a su control de calidad. *SAFYBI* **95**(35), 26-31.
- Sinurat, E., Murdinah, and Bagus, S. (2006). Sifat Fungsional Formula Kappa dan Iota Karaginan dengan Gum. *Jurnal*

Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan
1(1), 1-8.

- Siswanti. (2008). Karakteristik Edible Film Komposit dari Glukomanan Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan Maizena [Skripsi]. Bogor: IPB Press.
- Stanbury, P. F., and Whitaker, A. (1984). Principles of Fermentation Technology. New York: Pergamon Press.
- Sudhanshu, S. B., and Ramesh, C. R. (2016). Konjac Glucomannan, A Promising Polysaccharide of *Amorphophallus konjac* K. Koch in Health Care. *International Journal of Biological Macromolecules* **92**, 942-956.
- Sumarwoto. (2004). Pengaruh Pemberian Kapur dan Ukuran Bulbil Terhadap Pertumbuhan Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Tanah Ber-AI Tinggi. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)* **11**(2), 45-55.
- Syaefullah, M. (1990). Studi Karakterisasi Glukomanan dari Sumber "Indegenous" Iles-Iles (*Amorphophallus oncophillus*) dengan Variasi Proses Pengeringan dan Dosis Perendaman [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor .
- Syamsuni. (2006). Farmasetika Dasar dan Hitungan Farmasi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Syukri, Y. (2002). Biofarmasetika 1st Edition. Jakarta: UI Press.
- Takigami, S. (2000). Handbook of Hydrocolloids : Konjac Mannan. Washington DC: CRC Press.
- Takigami, S. (2000). Konjac Mannan. (G. O. Phillip, and P. A.

- Williams, Eds.) Handbook of Hydrocolloids.
- United States Pharmacopeial Convention. (2011). The United States Pharmacopeial 34- National Formulary 29 (USP 34 - NF 29) 34th Edition. Rockville: United States Pharmacopeial Convention Inc.
- Van, S. (2002). Flora untuk Sekolah di Indonesia Edisi 6. (M. Sarjowinoto, Trans.) Jakarta: Prodni Paramita.
- Voigt, R. (1994). Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Wang, C., Xu, M., Lv, W. P., Gong, Y. Y., and Li, D. S. (2012). Study on Rheological Behavior Of Konjac Glucomannan. *Physics Procedia* **33**, 25-30.
- Wang, C., Xu, M., Zhu, Y. p., Zhang, W. H., Gong, Y. Y., and Li, D. S. (2012). Synthesis of The KMB-Drug Delivery Carrier. *Physics Procedia* **33**, 20-24.
- Warisno. (2003). Budidaya Pepaya. Yogyakarta: Kanisus.
- Widyotomo, S. (2002). Pengaruh Proses Penggilingan terhadap Perubahan Partikel Tepung Iles-Iles.
- Winarno, F. G. (1987). Biokimia Pangan. Jakarta: PT. Gramedia Utama.
- Winarno, F. G. (1995). Enzim Pangan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Xu, Q., Huang, W., Jiang, L., Lei, Z., Li, X., and Deng, H. (2013). KGM and PMAA Based pH-sensitive Interpenetrating Polymers Network Hydrogel from Controlled Drug Release. *Carbohydrate Polymers* **97**. 565-570.

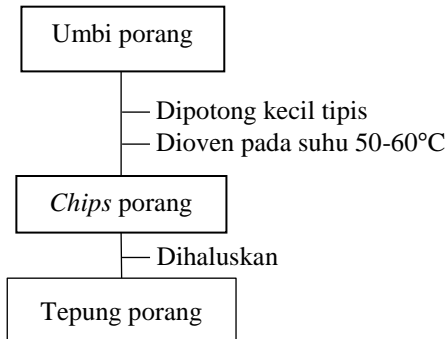
- Yang, J., Xiao, J. X., and Ding, L. Z. (2009). An Investigation into The Application of Konjac Glucomannan as A Flavor Encapsulant. *European Food Research and Technology* **229**, 467-474.
- Yaseen, E. I., Herald, T. J., Aramouni, F. M., and Alavi, S. (2005). Rheological Properties of Selected Gum Solutions. *Food Research International* **38**(2), 111-119.
- Zahura, U. (2011). cDNA Cloning and Bacterial Expression of An endo-B-1.4-mannanase. AkMan from *Aplysia kurodai*. *Comparative Biochemistry and Physiology* **159**, 227-235.
- Zhang, L., Wang, Y., Liu, H., Yu, L., Liu, X., and Chen, L. (2013). Developing Hydroxypropyl Methylcellulose / hydroxypropyl Starch Blends for Use as Capsule Material. *Carbohydrate Polymers* **98**(1), 73-79.
- Zhang, N., Liu, H., Yu, L., Liu, X., Zhang, L., and Chen, L. (2013). Developing Gelatin Starch Blends for Use as Capsule Materials. *Carbohydrate Polymers* **92**(1), 455-461.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

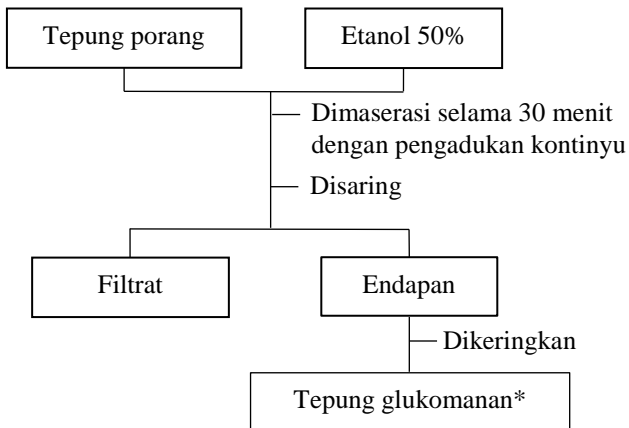
LAMPIRAN A

SKEMA KERJA

1. Pembuatan Tepung Porang



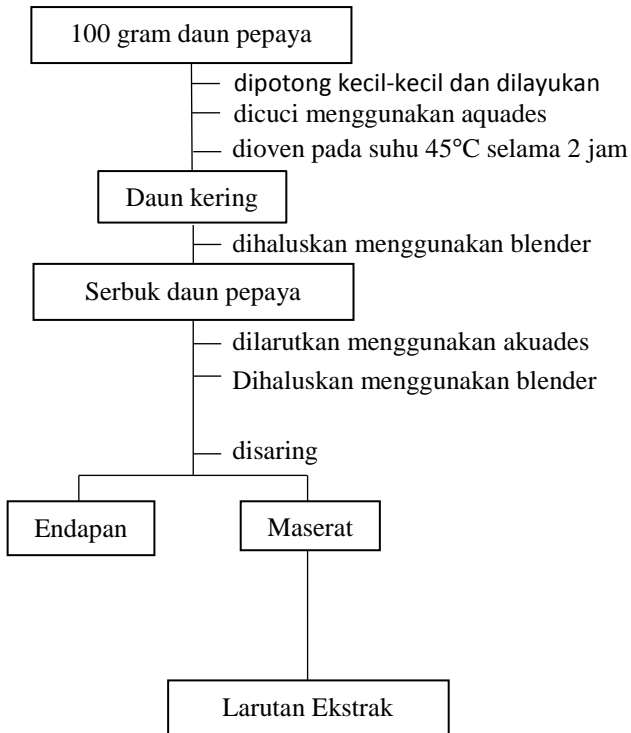
2. Pembuatan Tepung Glukomanan



Keterangan:

*Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

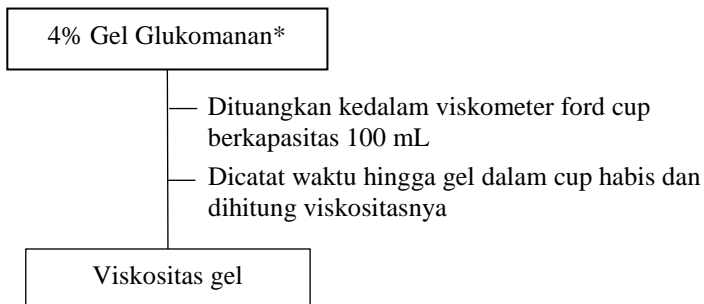
3. Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya



Keterangan:

Jumlah etanol 50% sebagai pelarut harus memenuhi perbandingan
1 : 7,5

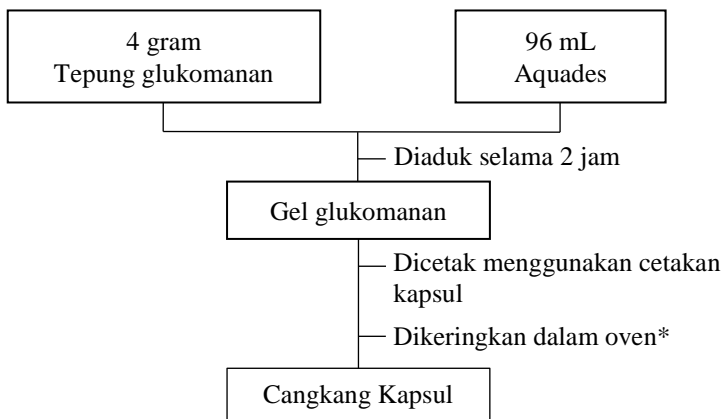
4. Uji Viskositas Gel



Keterangan:

*Prosedur yang sama dilakukan terhadap sampel gel glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 30,40, dan 50°C serta variasi waktu 10,20,30,40, dan 50 menit

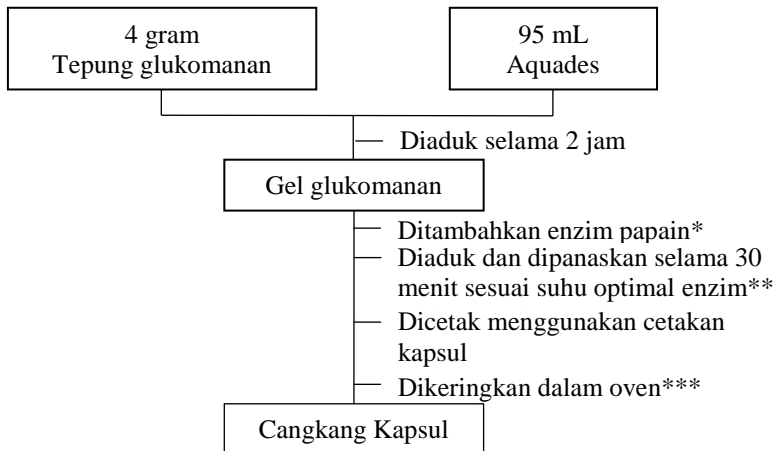
5. Pembuatan Cangkang Kapsul Berbahan Dasar Umbi Porang (*Amorphophallus oncophillus*)



Keterangan:

*Suhu oven diset sekitar 40-100°C. lama waktu pengeringan dalam oven menyesuaikan cepat lambatnya cangkang kapsul kering.

6. Pembuatan Cangkang Kapsul Berbahan Dasar Umbi Porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya



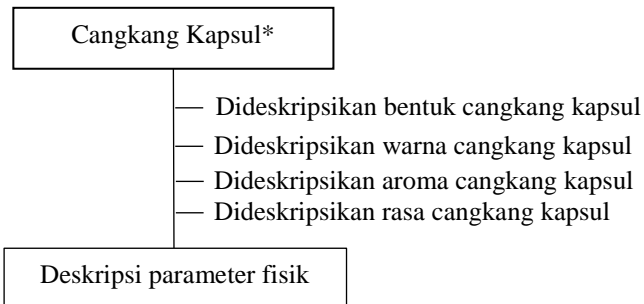
Keterangan:

*Penambahan enzim kedalam gel glukomanan harus sesuai perbandingan 1 : 4

**Suhu optimal enzim sekitar 50-60°C

*** Suhu oven diset sekitar 40-100°C. lama waktu pengeringan dalam oven menyesuaikan cepat lambatnya cangkang kapsul kering.

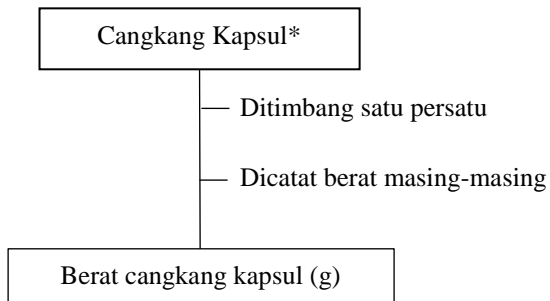
7. Uji Pengamatan Fisik



Keterangan:

*Cangkang kapsul berbahan dasar glukomanan, cangkang kapsul berbahan dasar glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya, dan cangkang kapsul komersial sebagai pembanding.

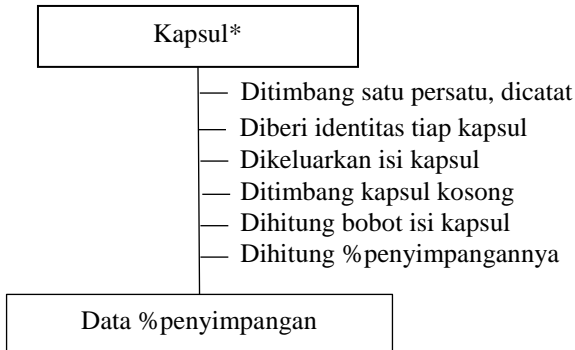
8. Uji Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul



Keterangan:

*Cangkang kapsul berbahan dasar glukomanan, cangkang kapsul berbahan dasar glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya dengan variasi suhu 30, 40, 50°C dan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit, dan cangkang kapsul komersial.

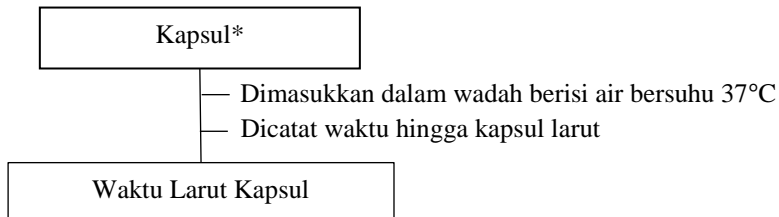
9. Uji Keseragaman Bobot Kapsul



Keterangan:

*Kapsul berbahan dasar glukomanan, kapsul berbahan dasar glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya dengan variasi suhu 30, 40, 50°C dan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit, dan cangkang kapsul komersial

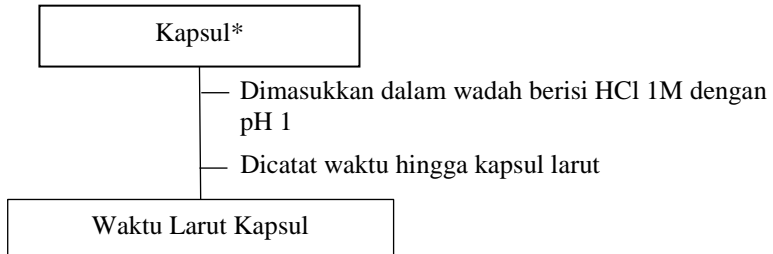
10. Uji Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air



Keterangan:

*Kapsul berbahan dasar glukomanan, kapsul berbahan dasar glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya dengan variasi suhu 30, 40, 50°C dan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit, dan cangkang kapsul komersial

11. Uji Kelarutan (*Drug Release*)



Keterangan:

*Kapsul berbahan dasar glukomanan, kapsul berbahan dasar glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya dengan variasi suhu 30, 40, 50°C dan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit, dan cangkang kapsul komersial.

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN

1. Rendemen Tepung Glukomanan

Dilakukan perhitungan terhadap rendemen tepung glukomanan yang diekstrak dari tepung porang. Dari hasil penelitian diketahui:

Berat tepung porang = 40,002 gram

Berat tepung glukomanan = 35,834 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{berat tepung glukomanan(gram)}}{\text{berat tepung porang (gram)}} \times 100\% \\ &= \frac{35,834}{40,002} \times 100\% \\ &= 89,58\%\end{aligned}$$

2. Nilai Viskositas Larutan Gel

Dilakukan perhitungan terhadap nilai viskositas masing-masing larutan gel.

➤ **Gel gelatin**

Pada konsentrasi 4% diketahui:

$$t \text{ (s)} = 6,74$$

persamaan pada lubang 5:

$$\begin{aligned}V &= 15,15 + 0,69 t \\ &= 15,15 + 0,69 (6,74) \\ &= 19,80 \text{ cP}\end{aligned}$$

➤ **Gel porang**

Pada konsentrasi 4% diketahui:

$$t \text{ (s)} = 533,62$$

persamaan pada lubang 5:

$$\begin{aligned}V &= 15,15 + 0,69 t \\ &= 15,15 + 0,69 (533,62) \\ &= 383,35 \text{ cP}\end{aligned}$$

➤ Gel glukomanan

Pada konsentrasi 4% diketahui:

$t(s) = 16461,73$

persamaan pada lubang 5:

$$\begin{aligned} V &= 15,15 + 0,69 t \\ &= 15,15 + 0,69 (16461,73) \\ &= 11373,75 \text{ cP} \end{aligned}$$

➤ Gel glukomanan dengan campuran ekstrak daun pepaya

$$\begin{aligned} V &= 15,15 + 0,69 t \\ &= 15,15 + 0,69 (16240,39) \\ &= 11221,02 \text{ cP} \end{aligned}$$

3. Uji Keseragaman Bobot Kapsul

Dari hasil penelitian diketahui:

Bobot isi perkapsul = 0,595 g

Bobot rata-rata kapsul = 0,547 g

Penyimpangan

=

$$\begin{aligned} &\left| \frac{\text{bobot isi perkapsul} - \text{bobot rata-rata kapsul}}{\text{bobot rata-rata kapsul}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{0,595 - 0,547}{0,547} \right| \times 100\% \\ &= 14\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

DATA HASIL PENELITIAN

1. Viskositas Larutan

Dari hasil penelitian, diperoleh data viskositas larutan sebagai berikut:

Tabel C 1. Data Viskositas Gelatin

konsentrasi	V (cP)			\bar{V} (cP)
	1	2	3	
1%	18.74	19.17	19.09	$19 \pm 22,9 \times 10^{-2}$
2%	19.54	19.58	19.54	$19,55 \pm 2,3 \times 10^{-2}$
3%	19.57	19.61	19.59	$19,62 \pm 4,2 \times 10^{-2}$
4%	19.78	19.79	19.84	$19,8 \pm 3,2 \times 10^{-2}$

Tabel C 2. Data Viskositas Gel dari Tepung Porang

konsentrasi	Viskositas (cP)			\bar{V} (cP)
	1	2	3	
1%	21.45	21.46	21.45	$21.45 \pm 7,07 \times 10^{-3}$
2%	42.58	43.03	42.77	$42.79 \pm 22,6 \times 10^{-2}$
3%	178.15	177.82	191.05	$182.34 \pm 7,54$
4%	382.80	382.97	384.27	$383.35 \pm 0,80$

Tabel C 3. Data viskositas gel dari tepung glukomanan

konsentrasi	Viskositas (cP)			\bar{V} (cP)
	1	2	3	
1%	32,30	32,20	32,23	$32,25 \pm 5,19 \times 10^{-2}$
2%	2049,03	2049,28	2048,98	$2049.1 \pm 16,08 \times 10^{-2}$
3%	5540,44	5540,78	5540,56	$5540.59 \pm 17,25 \times 10^{-2}$
4%	11374,33	11373,22	11373,69	$11373.75 \pm 55,72 \times 10^{-2}$

Tabel C 4. Data Viskositas Gel dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya pada Variasi Suhu

Suhu (°C)	Viskositas (cP)			\bar{V} (cP)
	1	2	3	
30	11221.81	11220.64	11220.62	$11221.02 \pm 68,14 \times 10^{-2}$
40	11096,28	11097,99	11097,16	$11097.14 \pm 85,51 \times 10^{-2}$
50	10753,45	10753,59	10756,07	$10754.37 \pm 147,39 \times 10^{-2}$

Tabel C 5. Data Viskositas Gel dari Tepung Glukomanan dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya pada Variasi Waktu

Suhu (menit)	Viskositas (cP)			\bar{V} (cP)
	1	2	3	
10	10262,17	10261,27	10261,78	$10261.74 \pm 0,45$
20	10002,18	10001.49	10001,36	$10001.68 \pm 0,44$
30	9793,88	9793,44	9793,50	$9793.61 \pm 0,24$
40	9276,40	9278,10	9277,92	$9277.47 \pm 0,94$
50	8682,83	8679.89	8682.56	$8681.76 \pm 1,63$

2. Uji Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul

Dari hasil penelitian, diperoleh data keseragaman bobot cangkang kapsul dan data keseragaman bobot kapsul sebagai berikut :

Tabel C 6. Data keseragaman bobot cangkang kapsul

Jenis Bahan Cangkang Kapsul	Variasi	Bobot cangkang kapsul (g)		
		1	2	3
Glukomanan	4%	0,028	0,026	0,028
Glukomanan dengan penambahan ekstrak daun pepaya	Suhu (°C)	1	2	3
	30	0,112	0,112	0,123
	40	0,116	0,119	0,118
	50	0,088	0,086	0,087
	Waktu (menit)	1	2	3
	10	0,109	0,107	0,108
	20	0,115	0,118	0,116
	30	0,118	0,115	0,117
	40	0,113	0,114	0,118
	50	0,116	0,114	0,114

Tabel C 7. Data keseragaman bobot kapsul Porang

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,418	0,390	4
2.	0,421	0,395	3
3.	0,382	0,354	6
Rata-rata bobot kapsul = 0,407 g			

Tabel C 8. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 30°C

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,595	0,473	14
2.	0,595	0,473	14
3.	0,451	0,328	18
Rata-rata bobot kapsul = 0,547 g			

Tabel C 9. Data keseragaman bobot kapsul kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 40°C

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,465	0,349	19
2.	0,467	0,348	19
3.	0,360	0,242	16
Rata-rata bobot kapsul = 0,431 g			

Tabel C.10 Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi suhu 50°C

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,381	0,293	20
2.	0,396	0,310	15
3.	0,316	0,229	13
Rata-rata bobot kapsul = 0,364 g			

Tabel C 11. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 10 menit

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,551	0,442	13
2.	0,533	0,426	16
3.	0,439	0,331	14
Rata-rata bobot kapsul = 0,508 g			

Tabel C. 12. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 20 menit

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,587	0,472	15
2.	0,575	0,457	17
3.	0,498	0,382	10
Rata-rata bobot kapsul = 0,553 g			

Tabel C 13. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 30 menit

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,576	0,456	14
2.	0,561	0,446	16
3.	0,452	0,335	15
Rata-rata bobot kapsul = 0,530 g			

Tabel C 14. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 40 menit

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,542	0,429	19
2.	0,551	0,437	18
3.	0,499	0,381	6
Rata-rata bobot kapsul = 0,531 g			

Tabel C 15. Data keseragaman bobot kapsul porang dengan penambahan ekstrak daun pepaya pada variasi waktu 50 menit

No.	Berat kapsul (g)	Berat isi (g)	% penyimpangan
1.	0,540	0,424	13
2.	0,528	0,414	15
3.	0,391	0,277	20
Rata-rata bobot kapsul = 0,486 g			

3. Uji Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air

Tabel C 16 Data Waktu Ketahanan Cangkang Kapsul dalam Air

Jenis Bahan Baku Cangkang Kapsul	Variasi	Waktu Ketahanan dalam Air (S)
Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>)	4%	1225
Umbi Porang (<i>Amorphophallus oncophillus</i>) dengan Penambahan Ekstrak Daun Pepaya	Suhu	
	30	1491
	40	2219
	50	1768
	Waktu (menit)	
	10	2177
	20	2335 [*]
	30	2117
	40	2700
	50	2880
Gelatin		1360

4. Uji Kelarutan Cangkang Kapsul

Tabel C 17. Data Waktu Kelarutan Cangkang Kapsul

Jenis Bahan Cangkang Kapsul	Waktu larut (s)
Gelatin	189
Umbi Porang	103
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Suhu 30°C	185
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Suhu 40°C	247
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Suhu 50°C	230
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Waktu 10 menit	230
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Waktu 20 menit	266
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Waktu 30 menit	167
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Waktu 40 menit	247
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya Waktu 50 menit	120

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN STANDART DEVIASI

Perhitungan Standart Deviasi (SD)

$$\text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta w - \Delta \bar{w})^2}{n-1}}$$

$$\text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{8 \times 10^{-6}}{3-1}}$$

$$\text{Standart Deviasi} = 2 \times 10^{-3}$$

Tabel D 1. Standart Deviasi Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul

Jenis Bahan	Δw (g)	$\Delta \bar{w}$	$\Delta w - \Delta \bar{w}$	$(\Delta w - \Delta \bar{w})^2$	SD
Gelatin	0.048	0.05	-0.002	4×10^{-6}	2×10^{-3}
	0.050		0	0	
	0.052		0.002	4×10^{-6}	
	$\sum (\Delta w - \Delta \bar{w})^2$			8×10^{-6}	
Umbi Porang	0.028	0.027	0.001	1×10^{-6}	$1,23 \times 10^{-3}$
	0.026		-0.001	1×10^{-6}	
	0.028		0.001	1×10^{-6}	
	$\sum (\Delta w - \Delta \bar{w})^2$			3×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 30°C	0.112	0.112	0	0	1×10^{-3}
	0.112		0	0	
	0.113		0.001	1×10^{-6}	
	$\sum (\Delta w - \Delta \bar{w})^2$			1×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya	0.116	0.118	-0.002	4×10^{-6}	$1,58 \times 10^{-3}$
	0.119		0.001	1×10^{-6}	
	0.118		0	0	

40°C					
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				5×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 50°C	0.088 0.086 0.087	0.087	-0.002 0.001 0	1×10^{-6} 1×10^{-6} 0	1×10^{-3}
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				2×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 10 menit	0.109 0.107 0.108	0.108	0.001 -0.001 0	1×10^{-6} 1×10^{-6} 0	$7,07 \times 10^{-3}$
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				2×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 20 menit	0.115 0.118 0.116	0.116	-0.001 0.002 0	1×10^{-6} 4×10^{-6} 0	$1,58 \times 10^{-3}$
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				5×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 30 menit	0.118 0.115 0.117	0.117	0.001 -0.002 0	1×10^{-6} 4×10^{-6} 0	$1,58 \times 10^{-3}$
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				5×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 40 menit	0.113 0.114 0.118	0.115	-0.002 -0.001 0.003	4×10^{-6} 1×10^{-6} 9×10^{-6}	$2,65 \times 10^{-3}$
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				14×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 50 menit	0.116 0.114 0.114	0.115	0.001 -0.001 -0.001	1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-6}	$1,23 \times 10^{-3}$
$\sum(\Delta w - \Delta \bar{w})$				2×10^{-6}	

Tabel D 2. Standart Deviasi Keseragaman Bobot Kapsul

Jenis Bahan	Δw (g)	$\Delta \overline{w}$	$\Delta w - \Delta \overline{w}$	$(\Delta w - \Delta \overline{w})^2$	SD
Gelatin	0.196	0.192	0.004	16×10^{-6}	$32,7 \times 10^{-3}$
	0.195		0.003	9×10^{-6}	
	0.146		-0.046	2116×10^{-6}	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})^2$			2141×10^{-6}	
Umbi Porang	0.418	0.407	0.011	121×10^{-6}	$21,7 \times 10^{-3}$
	0.421		0.014	196×10^{-6}	
	0.382		-0.025	625×10^{-6}	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})$			942×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 30°C	0.595	0.595	0	0	0
	0.595		0	0	
	0.595		0	0	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})$			0	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 40°C	0.595	0.596	-0.001	1×10^{-6}	$1,22 \times 10^{-3}$
	0.597		0.001	1×10^{-6}	
	0.595		-0.001	1×10^{-6}	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})$			3×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 50°C	0.471	0.471	0	0	5×10^{-3}
	0.476		0.005	2.5×10^{-5}	
	0.466		-0.005	2.5×10^{-5}	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})$			5×10^{-5}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 10 menit	0.551	0.551	0	0	$12,81 \times 10^{-3}$
	0.533		-0.018	324×10^{-6}	
	0.549		-0.002	4×10^{-6}	
	$\sum(\Delta w - \Delta \overline{w})$			328×10^{-6}	
Umbi Porang +	0.587	0.593	-0.006	36×10^{-6}	$5,7 \times 10^{-3}$

Ekstrak Daun Pepaya 20 menit	0.595		0.002	4×10^{-6}	
	0.598		0.005	25×10^{-6}	
$\sum(\Delta w- \Delta \overline{w})$				65×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 30 menit	0.596	0.593	0.003	9×10^{-6}	$2,65 \times 10^{-3}$
	0.591		-0.002	4×10^{-6}	
	0.592		-0.001	1×10^{-6}	
$\sum(\Delta w- \Delta \overline{w})$				14×10^{-6}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 40 menit	0.592	0.587	0.005	2.5×10^{-5}	$5,7 \times 10^{-3}$
	0.581		-0.006	3.6×10^{-5}	
	0.589		0.002	0.4×10^{-5}	
$\sum(\Delta w- \Delta \overline{w})$				6.5×10^{-5}	
Umbi Porang + Ekstrak Daun Pepaya 50 menit	0.58	0.58	0	0	$1,58 \times 10^{-3}$
	0.578		-0.002	4×10^{-6}	
	0.581		0.001	1×10^{-6}	
$\sum(\Delta w- \Delta \overline{w})$				5×10^{-6}	

3 Nilai Viskositas

$$\text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(\Delta v - \Delta \bar{v})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{10,46 \times 10^{-2}}{3 - 1}}$$

$$\text{Standart Deviasi} = 2,29 \times 10^{-1}$$

Tabel D 3. Standart Deviasi Nilai Viskositas Gel

Jenis Bahan	ΔV (cP)	$\Delta \bar{V}$	$\Delta V - \Delta \bar{V}$	$(\Delta V - \Delta \bar{V})^2$	SD
Gelatin 1%	18.74	19	-0.26	676×10^{-4}	$22,9 \times 10^{-2}$
	19.17		0.17	289×10^{-4}	
	19.09		0.09	81×10^{-4}	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})^2$			1046×10^{-4}	
Gelatin 2%	0.418	19.55	-0.01	1×10^{-4}	$2,3 \times 10^{-2}$
	0.421		0.03	9×10^{-4}	
	0.382		-0.01	1×10^{-4}	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			11×10^{-4}	
Gelatin 3%	0.595	19.62	0.05	25×10^{-4}	$4,2 \times 10^{-2}$
	0.595		-0.01	1×10^{-4}	
	0.595		-0.03	9×10^{-4}	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			35×10^{-4}	
Gelatin 4%	19.78	19.8	-0.02	4×10^{-4}	$3,2 \times 10^{-2}$
	19.79		-0.01	1×10^{-4}	
	19.84		0.04	16×10^{-4}	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			21×10^{-4}	
Porang 1%	21.45	21.45	0	0	$7,07 \times 10^{-3}$
	21.46		0.01	1×10^{-4}	
	21.45		0	0	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			1×10^{-4}	
Porang 2%	42.58	42.79	-0.21	0.0441	$22,6 \times 10^{-2}$
	43.03		0.24	0.0576	
	42.77		-0.02	0.0004	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			$10,21 \times 10^{-2}$	
Porang 3%	178.15	182.34	-4.19	17.5561	7,54
	177.82		-4.52	20.4304	
	191.05		8.71	75.8641	
	$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$			113,85	
Porang	382.8	383.35	-0.55	0.3025	0,80

4%	382.97 384.27		-0.38 0.92	0.1444 0.8464	
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					1,29
Glukomanan 1%	32.3 32.2 32.23	32.25	0.05 -0.05 -0.02	25×10^{-4} 25×10^{-4} 4×10^{-4}	$5,19 \times 10^{-2}$
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					$5,4 \times 10^{-4}$
Glukomanan 2%	2049.03 2049.28 2048.98	2049.1	-0.07 0.18 -0.12	$4,9 \times 10^{-3}$ $32,4 \times 10^{-3}$ $14,4 \times 10^{-3}$	$16,08 \times 10^{-2}$
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					$51,7 \times 10^{-3}$
Glukomanan 3%	5540.44 5540.78 5540.56	5540.59	-0.15 0.19 -0.03	$22,5 \times 10^{-3}$ $36,1 \times 10^{-3}$ 9×10^{-4}	$17,25 \times 10^{-2}$
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					$59,5 \times 10^{-3}$
Glukomanan 4%	11374.33 11373.22 11373.69	11373.75	0.58 -0.53 -0.06	0.3364 0.2809 0.0036	$55,72 \times 10^{-2}$
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					$62,09 \times 10^{-2}$
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 30°C	11221.81 11220.64 11220.62	11221.02	0.79 -0.38 -0.4	0.6241 0.1444 0.16	$68,14 \times 10^{-2}$
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					$92,85 \times 10^{-2}$
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 40°C	11096.28 11097.99 11097.16	11097.14	-0.86 0.85 0.02	0.7396 0.7225 0.0004	
$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$					1,46
Gel	10753.45	10754.37	-0.92	0.8464	$147,39 \times 10^{-2}$

Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 50°C	10753.59		-0.78	0.6084	
	10756.07		1.7	2.89	
$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$				4,35	
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 10 menit	10262.17	10261.74	0.43	0.1849	0,45
	10261.27		-0.47	0.2209	
			0.04	0.0016	
	10261.78				
$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$				0,41	
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 20 menit	10002.18	10001.68	0.50	0.2533	0,44
	10001.49		-0.19	0.0361	
			-0.32	0.1024	
	10001.36				
$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$				0,39	
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 30 menit	9793.88	9793.61	0.27	0.0747	0,24
	9793.44		-0.17	0.0289	
			-0.11	0.0121	
	9793.5				
$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$				0,12	
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 40 menit	9276.4	9277.47	-1.07	1.1520	0,94
	9278.1		0.63	0.3969	
			0.45	0.2025	
	9277.92				
$\sum(\Delta V - \Delta \bar{V})$				1,75	
Gel Glukomanan + Ekstrak Daun Pepaya 50 menit	8682.83	8681.76	1.07	1.1449	1,63
	8679.89		-1.87	3.4969	
			0.80	0.6400	
	8682.56				

	$\Sigma(\Delta V - \Delta \bar{V})$	5,28	
--	-------------------------------------	------	--

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Aza Ayu Rosmalasari, Penulis yang dilahirkan di Gresik, 01 Oktober 1994 ini merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Budi Utomo (2000-2001), SD Negeri Roomo (2001-2007), SMP Negeri 2 Gresik (2007-2010), SMA Negeri 1 Gresik (2010-2013), Penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 di Departemen KIMIA FIA melalui jalur SBMPTN dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 01211340000087, Pada tahun kedua penulis menjadi staf Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMKA) pada departemen Chemistry Week sebagai ketua bidang *event Workshop Entrepreneur*, Penulis pernah tergabung dalam staf Pusat Kajian Halal ITS dan menjadi oral speaker dalam *International Conference and Expo on Halal Industry and Science (ICEHIS2017)*, Penulis menyelesaikan program Sarjana dengan mengambil skripsi di bidang Kimia Analitik dibawah bimbingan Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si. dan Drs. R. Djarot Sugiarso, K.S., M.S. Penulis dapat dihubungi melalui azaayurosmalasari@gmail.com.